

**MÉTODO APOIADO PARA ESCOLHA DE SENSORES
ORBITAIS PARA APLICAÇÕES EM GESTÃO AMBIENTAL**

EMANUELE TELES OURIQUES DE MELLO

*Tese de Doutorado
submetida ao Curso de Pós-
graduação em Engenharia de
Produção da Universidade
Federal de Santa Catarina,
como parte dos requisitos para
a obtenção do título de Doutor
em Engenharia de Produção.*

Área de Concentração: Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch

Florianópolis

2008

MÉTODO APOIADO PARA ESCOLHA DE SENSORES ORBITAIS PARA APLICAÇÕES EM GESTÃO AMBIENTAL

EMANUELE TELES OURIQUES DE MELLO

Tese de Doutorado submetida ao Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção, na Área de Concentração de Gestão Ambiental

Banca Examinadora: Prof. Dr. Carlos Loch – Orientador

Prof. Roberto de Oliveira, Ph.D. – Moderador

Dr.-Ing. Ana Luisa Rodriguez Quesada – Examinador externo

Dr.-Ing. Alexandre Hering Coelho – Examinador externo

Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira – Examinador externo

Dra. Priscila von Altrock – Examinador externo

Florianópolis

2008

***Dedico esta obra
aos meus pais
Alírio e Lucília.***

AGRADECIMENTOS

Para a realização desta dissertação, foi imprescindível a colaboração daqueles que me cercam, pessoas com as quais gostaria de dividir este momento de alegria e o mérito da tarefa concluída, além de agradecer-las.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Deus por permitir que eu cumprisse mais esta etapa da minha vida;

Aos meus pais, pelo apoio, incentivo, compreensão, amor e confiança;

Ao meu irmão, pelo apoio e concessões realizadas;

Ao Professor Carlos Loch, pelo privilégio de sua orientação, incentivo, repasse de conhecimentos e, principalmente, por sua amizade;

Ao Professor Hans-Peter Bähr gostaria de agradecer, por me receber em Karlsruhe;

Ao Professor Roberto de Oliveira por participar da banca examinadora;

À Professora Ana Luisa Rodriguez Quesada, por participar da banca examinadora;

Ao Doutor Alexandre Hering Coelho, por participar da banca examinadora;

Ao Doutor Francisco Henrique de Oliveira, por participar da banca examinadora;

À Doutora Priscila von Altrock, por participar da banca examinadora;

Aos amigos do Laboratório de Fotogrametria Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento por toda sua ajuda para a realização deste trabalho;

Ao CNPQ, programa CT-Hidro, por ter disponibilizado bolsa de estudos para a realização deste trabalho;

À CAPES, por ter disponibilizado bolsa de estudos para pesquisa na Alemanha;

A todos aqueles que de alguma forma me apoiaram e incentivaram, viabilizando este trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	JUSTIFICATIVA	3
1.2	OBJETIVOS	5
1.2.1	OBJETIVO GERAL	5
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3	INEDITISMO E RELEVÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	SENSORIAMENTO REMOTO	7
2.2	CLASSIFICAÇÃO DE SENSORES	9
2.3	RESOLUÇÃO DE SENSORES	9
2.3.1	RESOLUÇÃO ESPACIAL	10
2.3.2	RESOLUÇÃO ESPECTRAL	10
2.3.3	RESOLUÇÃO RADIOMÉTRICA	10
2.3.4	CICLO (RESOLUÇÃO TEMPORAL)	11
2.4	COMPORTAMENTO ESPECTRAL, ASSINATURA ESPECTRAL E RESPOSTA ESPECTRAL	11
2.5	PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS	12
2.5.1	CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS	13
2.5.1.1	CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA	14
2.5.1.2	CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA	14
2.6	GESTÃO AMBIENTAL	16
2.6.1	PLANEJAMENTO AMBIENTAL	18
2.6.2	GERENCIAMENTO AMBIENTAL	18
2.6.3	POLÍTICA AMBIENTAL	18
2.7	GESTÃO TERRITORIAL	18
3	ESPECIFICAÇÕES DOS SENSORES ABORDADOS	20
3.1	QUICKBIRD	20
3.2	IKONOS	22
3.3	ORBVUE	24

3.4	EROS.....	28
3.5	SPOT	30
3.6	TERRA.....	34
3.7	LANDSAT	37
3.8	RADARSAT	42
3.9	ERS	43
3.10	ENVISAT	46
3.11	CBERS.....	49
4	ASPECTO DE GESTÃO AMBIENTAL ABORDADO - ÁGUA.....	53
4.1	ESCOLHA DO ASPECTO – ÁGUA.....	53
4.2	COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA ÁGUA.....	53
4.3	BACIA HIDROGRÁFICA.....	55
4.4	UNIDADE ESPACIAL DE PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL ..	57
5	PARADIGMAS DE GESTÃO AMBIENTAL.....	61
5.1	ÁREA.....	61
5.2	ESCALA.....	64
5.3	TEMPO.....	65
6	MATERIAIS E MÉTODO.....	66
6.1	MATERIAL UTILIZADO.....	66
6.2	MÉTODO	66
6.2.1	PROBLEMÁTICA	66
6.2.2	ÁRVORE DE DECISÃO E ÁRVORE DE CLASSIFICAÇÃO	67
6.2.3	ESTRUTURAR TABELA DE INFORMAÇÕES A SEREM INSERIDAS PELO USUÁRIO.....	69
6.2.3.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	70
6.2.3.2	PARADIGMA – ÁREA	70
6.2.3.3	PARADIGMA – ESCALA.....	71
6.2.3.4	PARADIGMA – TEMPO	71
6.2.4	ESTRUTURAR TABELA DE ESPECIFICAÇÃO DE SENSORES	71
6.2.5	ESTRUTURAR PLANILHA ELETRÔNICA	71
6.2.6	APLICAÇÃO DO MÉTODO	75

7	RESULTADOS ALCANÇADOS	139
7.1	VALIDAÇÃO DO MÉTODO.....	140
7.1.1	PREPARAÇÃO E CORREÇÃO DAS IMAGENS	141
7.1.1.1	CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS	141
7.1.1.2	CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA.....	141
7.1.1.2.1	ISODATA	141
7.1.1.2.2	K-MEANS.....	143
7.1.1.3	CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA	146
7.1.1.3.1	MÉTODO DO PARALELEPÍPEDO	147
7.1.1.3.2	MÉTODO DA DISTÂNCIA MÍNIMA.....	148
8	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	149
8.1	QUANTO AO CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS	149
8.2	QUANTO AO DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO	149
8.3	QUANTO À IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO	150
8.4	QUANTO À VALIDAÇÃO DO MÉTODO	151
9	BIBLIOGRAFIA	153

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	-	Exemplo de imagem	QUICKBIRD
FIGURA 2	-	Exemplo de imagem	IKONOS
FIGURA 3	-	Exemplo de imagem	ORBVIEW-2
FIGURA 4	-	Exemplo de imagem	ORBVIEW-3
FIGURA 5	-	Exemplo de imagem	EROS-A1
FIGURA 6	-	Exemplo de imagem	SPOT-1/2/4
FIGURA 7	-	Exemplo de imagem	SPOT-5
FIGURA 8	-	Exemplo de imagem	TERRA-ASTER
FIGURA 9	-	Exemplo de imagem	LANDSAT-5/7
FIGURA 10	-	Exemplo de imagem	RADARSAT-1
FIGURA 11	-	Exemplo de imagem	ERS-1/2
FIGURA 12	-	Exemplo de imagem	ENVISAT-MERIS
FIGURA 13	-	Exemplo de imagem	ENVISAT-ASAR
FIGURA 14	-	Exemplo de imagem	CBERS
FIGURA 15	-	Comportamento espectral	
FIGURA 16	-	Tipos de bacia hidrográfica	
FIGURA 17	-	Tipos de área	
FIGURA 18	-	Árvore de decisão - Escala	
FIGURA 19	-	Árvore de decisão - Tempo	
FIGURA 20	-	Árvore de decisão - Mapeamento	
FIGURA 21	-	Árvore de decisão – Delineamento	
FIGURA 22	-	Área de validação do método - Distrito do Campeche	
FIGURA 23	-	Classificação Isodata, Quickbird - parte do Distrito do Campeche	
FIGURA 24	-	Segunda Classificação Isodata, Quickbird - parte do Distrito do Campeche 2	

- FIGURA 25 - Classificação K-means, Quickbird - parte do Distrito do Campeche
- FIGURA 26 - Segunda Classificação K-means, Quickbird - parte do Distrito do Campeche 2
- FIGURA 27 - Terceira Classificação K-means, Quickbird - parte do Distrito do Campeche 3
- FIGURA 28 - Classificação K-means, Spot Quickbird - parte do Distrito do Campeche
- FIGURA 29 - Classificação paralelepípedo, imagem QuickBird Parte do Distrito do Campeche
- FIGURA 30 - Classificação mínima distância, imagem QuickBird Parte do Distrito do Campeche

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	-	Características do satélite	QUICKBIRD
TABELA 2	-	Características dos sensores do satélite	QUICKBIRD
TABELA 3	-	Características do satélite	IKONOS
TABELA 4	-	Características dos sensores do satélite	IKONOS
TABELA 5	-	Características do satélite	ORBVIEW
TABELA 6	-	Características dos sensores do satélite	ORBVIEW
TABELA 7	-	Características do satélite	EROS
TABELA 8	-	Características dos sensores do satélite	EROS
TABELA 9	-	Características do satélite	SPOT
TABELA 10	-	Características dos sensores do satélite	SPOT
TABELA 11	-	Características do satélite	TERRA
TABELA 12	-	Características dos sensores do satélite	TERRA
TABELA 13	-	Características do satélite	LANDSAT
TABELA 14	-	Características dos sensores do satélite	LANDSAT
TABELA 15	-	Características do satélite	RADARSAT
TABELA 16	-	Características dos sensores do satélite	RADARSAT
TABELA 17	-	Características do satélite	ERS
TABELA 18	-	Características dos sensores ativos do satélite	ERS
TABELA 19	-	Características dos sensores passivos do satélite	ERS
TABELA 20	-	Características do satélite	ENVISAT
TABELA 21	-	Características dos sensores do satélite	ENVISAT
TABELA 22	-	Características do satélite	CBERS
TABELA 23	-	Características dos sensores do satélite	CBERS

LISTA DE PLANILHAS

PLANILHA 1 -Planilha dos dados de entrada (entrada)

PLANILHA 2 -Planilha das especificações dos sensores (sensores)

PLANILHA 3 -Planilha de cruzamento de dados referentes à escala (escala)

PLANILHA 4 - Planilha de cruzamento de dados referentes ao tempo (tempo)

PLANILHA 5 - Planilha de cruzamento de dados referentes ao mapeamento de corpos d'água (especmap)

PLANILHA 6 - Planilha de cruzamento de dados referentes ao delineamento de corpos d'água (delinmap)

PLANILHA 7 -Planilha de resultados (resultados)

PLANILHA 8 -Planilha das especificações dos sensores pancromáticos (sensores_pan)

PLANILHA 9 -Planilha de cruzamento de dados referentes à escala para sensores pancromáticos(escala_pan)

PLANILHA 10 - Planilha de cruzamento de dados referentes ao tempo para sensores pancromáticos (tempo_pan)

PLANILHA 11 - Planilha de cruzamento de dados referentes ao mapeamento de corpos d'água para sensores pancromáticos (especmap_pan)

PLANILHA 12 - Planilha de cruzamento de dados referentes ao delineamento de corpos d'água para sensores pancromáticos (delinmap_pan)

PLANILHA 13 -Planilha de resultados para sensores pancromáticos (resultados_pan)

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Relações de comum ocorrência no Brasil entre abrangência territorial e escalas adotadas em planejamento.

QUADRO 2 -Quadro do resultado dos sensores pancromáticos considerados aptos no item 6.2.6

QUADRO 3 - Quadro do resultado dos sensores multiespectrais considerados aptos no item 6.2.6

TÍTULO: Método Apoiado Para Escolha De Sensores Orbitais Para Aplicações Em Gestão Ambiental

AUTOR: Emanuele Teles Ouriques de Mello

ORIENTADOR: Carlos Loch

NÍVEL: Doutorado

Palavras-Chave: Gestão Ambiental, Sensoriamento Remoto, Sensores.

RESUMO

A gestão ambiental necessita dispor de informações do espaço físico, biológico e antrópico, para tornar possíveis orientações em nível de planos, estratégias e ações no cenário, desde uma visão geral até o detalhe do alvo. O ponto central desta proposta de pesquisa é a sua contribuição para o saber fundamentado no desenvolvimento e adaptação das metodologias de sistematização de dados espaciais, com base em tecnologias de sensoriamento remoto, possibilitando desta forma referendar instrumentos eficazes no monitoramento e na gestão ambiental das áreas das mais diversas atividades. Esta tese tem como objetivo disponibilizar aos tomadores de decisão embasamento que os permita, sem conhecimento específico, escolher o sensor adequado a fim de atender da forma mais completa possível suas necessidades imediatas. Sua metodologia consiste na definição da aplicação do método validado, o relacionamento das orientações para que se desenvolva a aplicação do método diretamente vinculados aos parâmetros da demanda em função os paradigmas e gestão ambiental, baseados no princípio a proporcionalidade do trabalho. São estes paradigmas: área, escala e tempo: O método consiste em critérios de comparação simples, baseados na metodologia de árvore de decisão, utilizando-se função “Se-então”, baseada em lógica binária. Após a aplicação do método e determinados os resultados realizou-se uma validação dos resultados que comprovam a eficácia do método. Como resultado, apresenta-se uma ferramenta simples e eficaz para escolha do sensor mais adequado para aplicações em gestão ambiental quando avaliada, neste caso, hidrografia e os cursos d’água.

TÍTULO: Método Apoiado para Escolha de Sensores Orbitais para Aplicações em Gestão Ambiental

AUTOR: Emanuele Teles Ouriques de Mello

ORIENTADOR: Carlos Loch

NÍVEL: Doutorado

Palavras-Chave: Gestão Ambiental, Sensoriamento Remoto, Sensores.

ABSTRACT

The environment management needs to use information of the biological and human space, to become possible directions on plans, strategies and actions. The central idea of this dissertation is its contribution to the development and the adaptation of the methodologies of data space systematization based on remote sensing technologies, making it possible to authenticate efficient instruments in environment management. This dissertation has as goal to turn available to the users basement that allows them, without specific knowledge, to choose the adequate sensor in order to take care of the possible form most complete its immediate necessities. Its methodology consists of the definition of the application of the validated method, the relationship of the orientation so that if it develops the application of the method directly tied with the parameters of the demand in function the paradigms and ambient management, based in the principle the proportionality of the work. They are these paradigms: area, scales and time: The method consists of criteria of simple comparison, based in the methodology of decision tree, using itself function "If-then", based in binary logic. After the application of the method and determined the results became fulfilled a validation of the results that prove the effectiveness of the method. As result, a simple and efficient tool for choice of the adjusted sensor for applications in ambient management when evaluated is presented more, in this in case that, hydrography and watercourses.

1 INTRODUÇÃO

O grande desafio, é incrementar a produção de bens e serviços, para melhorar a eficiência econômica local, regional, estadual e nacional, mantendo a qualidade ambiental, através do manejo, conservação e restauração de nossos recursos naturais e culturais. Sendo assim, atenção especial vem sendo dada ao planejamento, manejo e gestão dos recursos naturais como única maneira de conciliar o desenvolvimento econômico e manter uma base com um mínimo de sustentabilidade.

Nesse sentido, o conteúdo abordado nessa tese tem como meta mostrar a importância da gestão ambiental e territorial a partir do conhecimento espacial, deixando claro o passado deste espaço e o seu potencial para o futuro. Para tanto o homem precisa se conscientizar da necessidade de gestão ambiental para que a sociedade seja sustentável, o que, na prática, pode-se buscar através do conhecimento das ferramentas disponíveis.

A gestão ambiental, assim como o planejamento e o gerenciamento necessitam dispor de informações do espaço físico, biológico e antrópico, para tornar possível orientações em nível de planos, estratégias e ações no cenário, desde uma visão geral até o detalhe do alvo.

Existem várias maneiras de se obter dados físicos de uma determinada área da superfície terrestre. Uma delas é diretamente no campo com o auxílio da Topografia, medindo ângulos, distâncias, e desnível para posteriormente fazer cálculos e desenhar a planta topográfica, que deve ser acompanhada de um memorial descritivo que complementa as informações. A outra forma, é levantar os dados indiretamente, utilizando para tal o Sensoriamento Remoto e processamento e análise digital, e as técnicas de Fotogrametria que podem resultar tanto em um mapa como em uma imagem, ou ainda em bancos de dados alfanuméricos.

A principal diferença entre um mapa e uma imagem, é que a imagem mostra maior volume de informações que um mapa na mesma escala, não importando o quão detalhado ele seja. Utilizar um ou outro depende da necessidade e da habilidade dos usuários. Segundo DRURY (1990), alguns pesquisadores chegaram, no início dos anos noventa, a conjecturar que as imagens digitais dos sensores seriam as candidatas ideais para substituir ou até mesmo suplantar completamente os mapas convencionais, pois elas podem ser registradas acuradamente para a projeção cartográfica de um mapa. No entanto isto não tem ocorrido, pois, em muitos casos se requer a informação disposta de

forma clara e “limpa”, isto é, sem que haja necessidade de interpretá-la e separá-la de outras, como ocorre quando se usa uma imagem. Para tanto é preciso produzir mapas a partir de imagens, extraíndo as feições que são relevantes para um determinado usuário, confeccionando vários mapas com conteúdos diferentes, os quais são denominados mapas temáticos.

Com o desenvolvimento dos computadores pessoais e dos Sistemas de Informações Geográficas, o Sensoriamento Remoto, a Fotogrametria e a Cartografia assumiram papel preponderante na Gestão e Planejamento Urbano, Rural e Ambiental. Portanto, a equipe multidisciplinar que atua nestas áreas, deve conhecer os aspectos referentes a elaboração de mapas, assim como as possibilidades dos diversos produtos de Sensoriamento Remoto.

Para o desenvolvimento das imagens de satélites aplica-se uma relação custo benefício, como em qualquer outro empreendimento. Quando a demanda pela terra aumentou e o homem passou cada vez mais se preocupar com o meio ambiente, as imagens passaram a ser úteis e necessárias para o monitoramento e gestão do território e ambiental. O mundo começou exigir um rigor maior quanto a gestão ambiental, com isso surgiram novos investimentos em produtos para atender a demanda. Se ninguém cobrasse eficiência em modelos de gestão que de fato mostrassem resultados, certamente as imagens de grande escala e os satélites de alta resolução ainda não teriam alcançado o mercado.

A cada novo problema ambiental que surge, novas soluções devem ser desenvolvidas, pois a heterogeneidade do meio ambiente, não permite uma solução única para os problemas. Outro grande problema que vem surgindo a cada vez mais é a necessidade de se identificar focos de problemas ambientais em áreas pequenas.

Quanto mais cedo se consegue identificar o dano ambiental e principalmente a sua origem, mais fácil se torna a busca de soluções, seja através da educação ambiental, mostrando ao responsável como se pode evitá-lo e qual é o tratamento que se deve aplicar naquele foco de dano.

Fica a preocupação da comunidade científica quanto à necessidade de se estruturar projetos interdisciplinares, visando a solução de problemas de planejamento do regional ao local, obrigatoriamente, tendo que envolver a variável ambiental. A cada dia mais, percebe-se a necessidade e o valor das inovações tecnológicas para a solução ou mesmo a geração de modelos de gestão territorial e ambiental.

1.1 JUSTIFICATIVA

Os usuários do Sensoriamento Remoto podem ser divididos em dois grupos: o primeiro é de especialistas voltados ao manuseio de dados de imagem, o que requer um conhecimento da física da radiação, teoria de processamento digital e operação e programação de computadores. O segundo grupo é o de cientistas ambientais que interpretam a imagem à luz de suas necessidades, responsabilidades e experiências. Estes necessitam de treinamento suficiente para serem capazes de interagir eficientemente com o primeiro grupo, e para entender a informação contida numa imagem que é relevante no seu campo de trabalho.

Quando se avalia a literatura mundial, percebe-se que poucas são as obras que procuram mostrar o potencial tecnológico, para que este possa verificar quais ferramentas são mais úteis para o conhecimento do meio ambiente e do território. Também existem poucos exemplos do quanto estas ferramentas são úteis para a educação ambiental e para a formação dos profissionais que atuam na área de gestão ou planejamento ambiental e territorial.

O aumento populacional e a demanda pela terra têm provocado constantes transformações no planeta. Esta conjectura tem levado cientistas e pesquisadores, a estudar os fatores limitantes para atingir maior produtividade da terra e formas alternativas para otimizar e equacionar o consumo de alimentos, tendo em vista promover o desenvolvimento harmônico.

É necessário que se tenha acesso a diferentes informações espaciais de uma região, para implementar mecanismos que visam atingir o desenvolvimento sustentável.

No mundo contemporâneo, torna-se difícil propor modelos de desenvolvimento em um país. Isto pode ser implementado, desde que exista uma base de dados, atualizada e adequada. A disponibilidade de informações é o ponto de partida para a tomada de decisões. Para proceder a gestão de empreendimentos específicos, faz-se imprescindível conhecer o espaço geográfico onde eles estão inseridos.

O ciclo de desenvolvimento no Brasil, à exemplo de outras atividades consideradas de risco ambiental, necessita disponibilizar de forma rápida, instrumentos eficazes para monitorar e proceder o gerenciamento das áreas em questão.

O fato de possuir instrumentos eficazes para implementar medidas para proceder a gestão ambiental, significa em tese que deve-se dispor de meios para coletar, sistematizar, processar e armazenar dados espaciais de determinado espaço geográfico de interesse. Tal espaço geográfico deve ser entendido como aquele constituído pelo

meio físico (geologia, geomorfologia, vegetação, hidrografia, solos e mares), aquele resultante da ocupação antrópica do território (urbana e rural) e pela biota (seres animais).

O ponto central desta proposta de pesquisa é a sua contribuição para o saber científico e tecnológico, o qual está fundamentado no desenvolvimento e adaptação das metodologias de coleta e sistematização de dados espaciais, com base em tecnologias de sensoriamento remoto, mapeamento e sistemas de informação geográfica, possibilitando desta forma referendar instrumentos eficazes no monitoramento e na gestão ambiental das “chamadas ” áreas de risco ambiental decorrentes das mais diversas atividades.

A evolução dos sensores orbitais é algo surpreendente, que merece uma observação cautelosa. A evolução tecnológica é tão rápida que não se pode prever a próxima década. De uma forma genérica deve-se afirmar que as alternativas entre imagens orbitais são muitas, e cada uma tem aplicações específicas, normalmente recomendando-se a integração de mais de um sensor, quando se pretende fazer análises mais sofisticadas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Esta tese tem como objetivo disponibilizar aos tomadores de decisão um método que os permita, sem conhecimento específico, escolher o sensor adequado a fim de atender da forma mais completa possível suas necessidades imediatas, através do conhecimento das especificações técnicas dos sensores orbitais disponíveis no mercado, relacionados às características físicas e químicas dos alvos bem como aos aspectos e pressupostos que vêm a definir aspectos de política, planejamento e gestão ambiental,.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Apresentar as especificações técnicas dos sensores orbitais disponíveis no mercado;
- b) Definir os aspectos de gestão ambiental a serem abordados nesta compilação;
- c) Definir um critério de relacionamento entre os aspectos ambientais e os sensores;
- d) Consolidar os paradigmas de gestão ambiental quando associados ao sensoriamento remoto;
- e) Definir um método que permita a escolha do sensor que se adequa para cada fim;
- f) Validação do método através de sua aplicação com pelo menos dois produtos oriundos dos sensores nesta compilação abordados.

1.3 INEDITISMO E RELEVÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

A utilização de técnicas e Sensoriamento Remoto aplicada à Gestão Ambiental é hoje em dia prática unânime dos usuários. Entretanto, grande parte destes usuários detém um conhecimento limitado acerca da teoria de Sensoriamento Remoto. Para agravar a situação, muitas vezes, estes técnicos são subordinados em suas áreas de trabalho a outros especialistas (na maioria das vezes de formação administrativa), sendo este último grupo normalmente o dos tomadores de decisão. Nestes casos, nem mesmo o usuário (técnico), ou o tomador de decisão apresentam as condições para, quando necessário, escolher algum produto oriundo de sensoriamento remoto a fim de, efetivamente, atender suas necessidades.

Na tentativa de solucionar este problema, as comuns soluções são:

Alternativa (A): a escolha dos tomadores de decisão, através da observância de experiências anteriores ou indicações de terceiros, uma insegura alternativa;

Alternativa (B): contratação de especialistas (normalmente representantes das empresas que distribuem os produtos) para que ofereça a melhor solução. Pode vir a ser uma boa alternativa, desde que o melhor sensor para aquela situação seja distribuído por aquela empresa, caso contrário, os será oferecida como solução, a alternativa mais próxima que a empresa em questão puder oferecer;

Alternativa (C): pesquisa e/ou treinamento por parte de alguém da equipe a fim de que determine a melhor solução, alternativa dispendiosa, que tende a ser a mais eficiente, desde que ferramentas que o permitam adquirir as informações necessárias que estejam disponíveis.

Esta tese vem, portanto, desenvolver um método que permita aos tomadores de decisão embasamento, sem conhecimento específico, para escolher o sensor adequado a fim de atender da forma mais completa possível suas necessidades imediatas, considerando os paradigmas de gestão ambiental.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SENSORIAMENTO REMOTO

O Sensoriamento Remoto é uma ciência cujo conceito é passível de muitas interpretações.

KRAMER (1996), define Sensoriamento Remoto com a medição ou aquisição de informações sobre algumas propriedades de um determinado objeto ou fenômeno, sem contato físico.

CAMPBELL (1996), por sua vez, dá uma definição mais especificada segundo os propósitos do estudo pretendido e baseado na análise da evolução substancial do conceito, assim compreende: “O Sensoriamento Remoto - é uma prática de aquisição da informação sobre a superfície terrestre e das águas, utilizando as imagens adquiridas a partir da perspectiva vertical, com emprego da radiação eletromagnética numa ou em várias zonas do espectro eletromagnético, refletido ou emitido pela superfície terrestre”. O referido autor afirma que o Sensoriamento Remoto constitui um processo de investigação composto por quatro etapas principais:

- a) identificação dos objetos físicos;
- b) sensoriamento de dados;
- c) transformação da informação adquirida;
- d) aplicação prática da informação em diversas áreas científicas.

Já PONZONI (1992), diz que o Sensoriamento Remoto, não é uma ciência, mas sim um conjunto de técnicas que se valem da interação entre a radiação eletromagnética e os recursos naturais existentes na superfície terrestre, chamados de alvos, que são objetos de estudo. Outro conceito é expressado por LOCH (1989), que define Sensoriamento Remoto como o conjunto de atividades, cujo objetivo reside na caracterização das propriedades de alvos naturais, através de detecção, registro e análise de fluxo de energia radiante, refletido ou emitido pelos mesmos.

O Sensoriamento Remoto pode ser definido como a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento e transmissão de dados, aeronaves e espaçonaves, que tem por objetivo o estudo das interações no ambiente terrestre, sem o contato físico direto com as feições, entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta em suas diversas manifestações (NOVO, 1989). Em outras palavras, nada mais é do que “identificar à distância”, ou seja, identificar alvos da superfície através de medições realizadas por sensores que registram a radiação

eletromagnética, a fim de se obter informações e apresentá-las de forma prática, como por exemplo, através de imagens, mapas, gráficos, etc. Entretanto, em todas as definições ocasionalmente analisadas prevalece o fato de o Sensoriamento Remoto consistir na aquisição de dados sobre os objetos sem o contato físico com eles através dos sensores que operam com os diversos tipos de energia.

Com a evolução do Sensoriamento Remoto, observa-se uma gradual substituição dos métodos analógicos pelos digitais. Os principais tipos de sistemas sensores existentes são as câmaras fotogramétricas (frame systems), os sensores de varredura (scanners) e os radares imageadores. De modo geral, esses sensores ainda podem ser subdivididos entre os que operam na parte ótica do espectro eletromagnético (que vai do visível ao infravermelho termal), abrangendo as câmaras fotogramétricas e scanners e os que operam na parte das microondas, que incluem os radares. Imagens geradas por sensores que atuam nestas diferentes partes do espectro eletromagnético, são portanto complementares em termos do tipo de informação que fornecem e sempre que possível devem ser utilizadas em conjunto.

De acordo com KARNAUKHOVA (2000), as imagens adquiridas através da técnica de sensoriamento remoto orbital, representam os modelos da superfície terrestre, refletindo a situação geográfica real no momento de aquisição da imagem. As principais características destas imagens, das que oferecem as maiores vantagens no seu uso para mapeamento sistemático de uma região são as seguintes:

- a) A possibilidade de imageamento complexo da paisagem, incluindo os componentes naturais e antropogênicos;
- b) A vasta região espectral e a possibilidade da variação das combinações espectrais para estudos específicos;
- c) As propriedades de alta panorâmica das imagens (desde 10 mil Km² até um hemisfério) e as possibilidades de composição de mosaicos;
- d) A variação de escalas e a resolução espacial adequada aos trabalhos de monitoramento ambiental e atualização do Cadastro Técnico;
- e) A periodização do imageamento;
- f) A cobertura múltipla e contínua da superfície terrestre;
- g) A complementaridade entre sensores distintos;
- h) A disponibilidade de tecnologias de interpretação;

- i) A relativa rapidez e facilidade de aquisição, incluindo as vantagens de ordem econômica.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE SENSORES

De acordo com KRAMER (1996), existem diferentes tipos de classificação de sensores, por exemplo:

- Quanto ao tipo de aplicação, ou seja, o campo de pesquisa ou operação, como: meteorologia, pesquisas atmosféricas, climatologia, biosfera, telecomunicações, etc;
- Quanto ao tipo de alvo principal: oceanos, terra, regiões costeiras, placas de gelo, ou atmosfera;
- Quanto à frequência: ultravioleta, ótico, infravermelho, microondas, etc;
- Quanto ao tipo de instrumento: imageador, altímetro, sonoro, microondas;
- Quanto à precisão da medida em função das resoluções;
- Quanto a fonte de energia, os sistemas sensores podem ainda ser classificados em:
 - a) Ativos: que produzem sua própria radiação (operam na faixa de microondas).
 - b) Passivos: detectam a radiação solar refletida ou a radiação emitida pelos objetos da superfície.
- Já quanto ao tipo de produto, são classificados em:
 - a) Imageadores: fornecem como produto uma imagem
 - b) Não imageadores: não fornecem uma imagem da superfície sensorizada, sua saída de dados é em forma de dígitos, gráficos ou assinatura espectral.

2.3 RESOLUÇÃO DE SENSORES

Resolução é uma medida de habilidade que um sistema sensor possui de distinguir entre respostas que são semelhantes espectralmente ou próximas espacialmente. A resolução pode ser classificada em espacial, espectral, radiométrica e temporal.

2.3.1 RESOLUÇÃO ESPACIAL

Considerando MOREIRA (2001), resolução espacial refere-se ao campo de visada instantânea. No solo, pode ser definida como sendo a menor área de um terreno que um sistema sensor é capaz de individualizar.

De acordo com KRAMER (1996), resolução espacial, é a menor unidade de distância que pode ser discriminada por um sensor, em medidas no alvo. É uma função da geometria entre o sensor e o alvo no instante da medida.

Pode também, resolução espacial ser a medida para a menor separação angular ou linear entre dois objetos. Esta resolução está diretamente relacionada com o tamanho do pixel, ou seja, uma área em metros no terreno que o sensor é capaz de registrar. Por exemplo, uma resolução de vinte metros implica que objetos distanciados entre si a menos de vinte metros, em geral não são discriminados pelo sistema. Na Fotogrametria, utiliza-se ainda, o termo pares de linha por milímetro (analógica)

2.3.2 RESOLUÇÃO ESPECTRAL

Segundo MOREIRA (2001), resolução espectral refere-se ao poder de resolução que o sensor tem para discriminar diferentes alvos sobre a superfície terrestre. Em outras palavras, refere-se à melhor ou à pior caracterização dos alvos em função da largura da banda espectral em que o sensor opera.

Ela é definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto para cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior é a resolução espectral de um sensor.

2.3.3 RESOLUÇÃO RADIOMÉTRICA

De acordo com MOREIRA(2001), a radiação eletromagnética, refletida ou emitida pelos alvos da superfície terrestre, possui valor de intensidade que difere de um alvo para outro. Entretanto, certos alvos, apesar de serem diferentes, refletem ou emitem a radiação eletromagnética com valores de intensidade muito próximos entre si, tornando-se quase idênticos espectralmente. Assim, resolução radiométrica de um sensor, refere-se à capacidade que este sensor tem de poder discriminar, numa área imageada, alvos com pequenas diferenças de radiação emitida ou refletida.

Resolução radiométrica é dada pelo número de níveis digitais, representando níveis de cinza, usados para expressar os dados coletados pelo sensor. Quanto maior o número de níveis, maior é a resolução radiométrica. O número de níveis é geralmente expresso em função do número de dígitos binários necessários para armazenar em forma digital o valor do nível máximo.

2.3.4 CICLO (RESOLUÇÃO TEMPORAL)

Por MOREIRA(2001), ciclo, ou resolução temporal está relacionada com a repetitividade de observação de um sensor numa mesma área da superfície terrestre.

Resolução temporal refere-se a frequência com que o sensor imageia uma determinada área. É também referida como periodicidade ou repetitividade (IBGE, 2001).

Sensores remotos que tem a habilidade registrar uma mesma cena em intervalos de tempo relativamente curtos geram uma série de dados com boa resolução temporal. Em contraste, sistemas que só podem gerar imagens de uma determinada região em grandes intervalos produzem dados com uma resolução temporal ruim (Campbell, 2002).

2.4 COMPORTAMENTO ESPECTRAL, ASSINATURA ESPECTRAL E RESPOSTA ESPECTRAL.

Ao interagir com a superfície terrestre, a radiação eletromagnética pode sofrer absorção, reflexão e transmissão, dependendo das propriedades dessa superfície e do intervalo espectral considerado. Os comprimentos de onda nos quais a radiação é refletida e transmitida são utilizados na identificação dos alvos em Sensoriamento Remoto. Assim, a reflectância espectral, caracterizada dentro de um intervalo de comprimento de onda e segundo uma determinada geometria de aquisição, define o comportamento espectral de um alvo, sendo esta definição amplamente utilizada para a caracterização dos diversos componentes da superfície terrestre.

Os processos de emissão, absorção, reflexão e transmissão ocorrem simultaneamente e suas intensidades relativas caracterizam a matéria em investigação. Dependendo das características físicas e químicas da mesma, os quatro processos ocorrem com intensidades diferentes em diferentes regiões do espectro.

Esse comportamento espectral das diversas substâncias tem sido denominado de assinatura espectral e vem sendo utilizado em Sensoriamento Remoto para distinguir diversos materiais entre si.

Entretanto, deve ser reconhecido que uma assinatura espectral única e imutável não existe. Em vez disso, em qualquer ponto no decorrer do tempo, numa área geográfica particular, podem existir padrões de resposta espectral mensuráveis dos vários tipos de vegetação que são combinações da emitância e refletância da própria vegetação, do solo, efeitos de sombra devido a diferenças em densidade ou padrões de cultivo, que no total são distintas o bastante para permitir que os vários tipos de vegetação de interesse sejam identificados.

2.5 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

No contexto da análise digital de dados de sensoriamento remoto, o processamento refere-se àquelas operações que são preliminares à análise principal. De acordo com Campbell (2002), os processamentos mais típicos podem incluir: pré-processamento radiométrico para corrigir os valores digitais dos efeitos da nebulosidade atmosférica e o pré-processamento geométrico para registrar a imagem a um mapa ou com outra imagem.

Com o advento das imagens de alta resolução espacial, as técnicas fotogramétricas têm sido cada vez mais utilizadas na correção geométrica e no processamento de imagens orbitais. Além das formas de registro citadas anteriormente, pode-se ainda, registrar a imagem a partir da implantação de pontos de controle com o uso de sistemas de posicionamento global, como será visto mais adiante.

Uma outra forma de melhorar a qualidade dos produtos é a combinação de imagens de melhor resolução espacial com outras de melhor resolução espectral. Para isso, vários métodos podem ser utilizados, como a Análise das Principais Componentes (APC), a adição de bandas e a transformação IHS, descrita a seguir.

O espaço de cores conhecidos por HSI (Hue, Saturation, Intensity) é uma forma alternativa ao espaço RGB de representação de cores. No espaço HSI, as cores são definidas por três atributos, ao invés de três quantidades de cores primárias. Esses atributos são: Intensidade (Intensity – I), Matiz (Hue – H), Saturação (Saturation – S) (Crosta, 1993).

Esses atributos podem ser analisados e manipulados individualmente, ao contrário do sistema RGB, onde eles são intrinsecamente interligados. Eles descrevem a formação de cores de uma maneira muito mais próxima àquela pela qual o sistema visual humano as percebe e, devido a isso, o sistema IHS apresenta vantagens nítidas em relação ao sistema RGB. Matiz de um objeto é a medida do comprimento de onda médio

da luz refletida ou emitida por ele, definindo a cor do objeto. Intensidade é a medida da energia total envolvida em todos os comprimentos de onda sendo responsável pela sensação de brilho dessa energia incidente sobre o olho. Saturação, ou pureza, expressa o intervalo de comprimentos de onda ao redor do comprimento de onda médio no qual a energia é refletida ou transmitida (Crosta, 1992).

2.5.1 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS

O objetivo global do procedimento de classificação de imagem é para automaticamente categorizar todos os “pixel” em uma imagem em classes de cobertura da terra ou temas. Normalmente, dados multispectrais são usados para executar a classificação e, certamente, o padrão espectral presente dentro do dado de cada “pixel” é usado como a base numérica para categorização. Isto é, tipos de características diferentes manifestam diferentes combinações de DNs (números digitais de cada pixel) baseado em sua refletância espectral e propriedades de emitância inerentes. Nesta luz, um padrão espectral não é todo geométrico em caráter. O termo padrão refere-se ao jogo de medidas de radiância obtidas em bandas de vários comprimentos de onda para cada “pixel”. Padrão de reconhecimento espectral refere-se à família de procedimentos de classificação que utilizam esta informação espectral “pixel” por “pixel” com a base para classificação automatizada da cobertura da terra.

Reconhecimento de padrões espaciais envolvem a categorização de “pixel” de imagem na base de sua relação espacial com “pixel” de seus arredores. Classificadores espaciais podem considerar tais aspectos como textura de imagem, proximidade de “pixel”, tamanho característico, forma, direção, repetição e contexto. Estes tipos de classificadores tentam reproduzir o tipo de sínteses espaciais realizadas pelo analista humano durante o processo de interpretação visual. Portanto, eles tendem a ser muito mais complexos e computacionalmente intensivos do que procedimentos de reconhecimento de padrão espectral.

Como com a restauração de imagem e técnicas de realce que nós descrevemos, imagens classificadas podem ser usadas em combinação em um modo híbrido. Também, não há uma única maneira certa a qual chegar em um problema de classificação de imagem. A aproximação particular que a pessoa poderia escolher depende da natureza dos dados a serem analisados, os recursos computacionais disponíveis, e a aplicação pretendida do dado classificado.

2.5.1.1 CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA

A classificação não supervisionada baseia-se no princípio de que o computador (na realidade o software utilizado) é capaz de identificar por si só as classes dentro de um conjunto de dados. Para melhor entender este conceito, faz-se necessário olhar para o espaço de atributos de todos os “pixel” que compõe uma imagem e não apenas os que constituem as áreas de treinamento.

O primeiro passo na classificação não supervisionada é a realização de uma análise de agrupamento, utilizando para tal, técnicas estatísticas padrão. Através desta análise, as nuvens são identificadas no espaço de atributos. Uma vez feita esta análise, uma decisão deve ser tomada em relação a quais concentrações devem ser tratadas como grupos separados. A melhor maneira de fazer isto é aceitar apenas aquelas cujos picos ultrapassam um certo limiar. Ou ainda melhor, deve-se medir a altura dos picos em relação às depressões adjacentes, aceitando aqueles picos cuja altura passa de um determinado limiar.

Uma alternativa melhor seria então considerar os picos não pelo seus valores absolutos, mas sim em relação às depressões vizinhas. Esses exemplos mostram que, mesmo nas chamadas classificações não supervisionadas um certo grau de interação com o usuário é essencial, pelo menos na decisão de qual valor de limiar a ser usado. O limiar mais efetivo pode ser decidido com base em listagens fornecidas pelo computador, contendo a média para cada classe para diversos limiares, ou através da aplicação de classificações tentativas com limiares diversos em pequenas áreas-teste.

Uma vez decidida qual a estratégia a ser usada no caso do exemplo da figura, o próximo passo é instruir o sistema para tratar cada agrupamento como um conjunto de treinamento, calculando então a distribuição normal ajustada para cada um deles. Os “pixel” fora dos agrupamentos seriam atribuídos à classe mais provável dependendo de sua posição relativa aos limites de decisão do Método da Máxima Verossimilhança.

2.5.1.2 CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

Cada elemento é identificado ou diferenciado um dos outros pelo seu padrão e resposta espectral únicos. Esta é a lógica por trás da classificação de uma imagem. Para iniciar o processo, deve-se partir do princípio de que o usuário conheça a área a ser classificada a fim de que possa reconhecer a refletância daquela cobertura ou superfície na imagem.

Existe a situação ideal, onde locais específicos da área a ser classificada são observados em campo no momento da passagem do satélite que adquire a imagem, denominado por verdade terrestre (ground truth). Estas áreas poderão então ser usadas como padrão de comparação. No entanto, esta situação, quase não é possível, sendo necessários realizar inferências nas classes. O resultado desta inferência será uma área da imagem que o usuário identificará como representante de uma determinada classe, denominada área de treinamento. Todos os “pixel” dentro de uma área de treinamento de uma determinada classe é denominado conjunto de treinamento para aquela classe. Os DNs do conjunto de treinamento são comparados com cada “pixel” da imagem, para definir se pertence ou não àquela classe.

Veja os três passos básicos envolvidos em um típico procedimento de classificação supervisionada. Na fase de treinamento (1), o analista identifica áreas de treinamento representativas e desenvolve uma descrição numérica dos atributos espectrais de cada tipo de cobertura de terra de interesse na cena. Depois, na fase de classificação (2), cada “pixel” no jogo de dados da imagem é categorizado próximo à classe de uso da terra a que mais se assemelha. Se o “pixel” é insuficientemente similar a qualquer jogo de dados de treinamento, ele é normalmente rotulado de não conhecido (unknown). O rótulo de categoria da assinatura para cada “pixel” neste processo é então gravado na célula correspondente de um jogo de dados interpretado (uma imagem de saída). Assim, a matriz da imagem multidimensional é usada para desenvolver uma matriz correspondente de tipos de categoria de usos da terra interpretados. Depois o jogo de dados completo é categorizado, os resultados são apresentados na fase de saída (3). Sendo digital em tipo, os resultados podem ser usado em um número de diferentes modos. Três formas típicas de produtos de saída são mapas temáticos, tabelas de cena cheia ou estatísticas de área de suberinas para as várias classes.

A classificação supervisionada é o procedimento utilizado com mais frequência para análises quantitativas em dados de Sensoriamento Remoto. Ele consiste em utilizar algoritmos adequados para rotular os “pixel” de uma imagem como uma representação de um tipo particular de utilização ou, classes. É disponível uma série de algoritmos para este fim, abrangendo desde modelos de distribuição de probabilidade para classes de interesse até aqueles nos quais o espaço multiespectral é particionado em regiões de classes específicas utilizando locações de superfícies otimizadas. Independente do método a ser escolhido, os passos essenciais para a classificação supervisionada são:

a) Localizar exemplos representativos de cada tipo de cobertura que pode ser identificado na imagem (chamadas áreas de treinamento);

- b) Determine polígonos em torno de cada área de treinamento, atribuindo um único identificador para cada tipo de cobertura;
- c) Analise os “*pixel*” contidos nas áreas de treinamento e crie assinaturas espectrais para cada tipo de cobertura;
- d) Classifique a imagem inteira considerando cada “*pixel*” individualmente, comparando sua assinatura particular com cada uma das assinaturas conhecidas e atribuindo a classe de cobertura que lhe é mais similar. Decisões sobre o grau de similaridade entre as assinaturas são realizadas a partir de análise estatística. Existem diversas técnicas distintas que podem ser utilizadas – freqüentemente denominadas classificadores;
- e) Crie tabelas ou mapas temáticos que contenham os resultados da classificação.

2.6 GESTÃO AMBIENTAL

Estamos acostumados a ouvir e usar as expressões “gestão”, “administração”, “planejamento”, “gerenciamento” e “manejo” quase como sinônimos quando se trata de recursos naturais ou meio ambiente, e isto vem se cristalizando cada vez mais com o passar do tempo. No entanto, é preciso distinguir cada termo para que os empreguemos adequadamente. Tal esforço é louvável em Frank (1995) que tenta resgatar algumas destas expressões. Conforme as definições de Lanna (1994):

Gestão ambiental é um processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que se interagem em um dado espaço com vistas a garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais - naturais, econômicos e sócio-culturais - às especificidades do meio ambiente, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos.

Portanto a gestão ambiental integra: uma política ambiental, um planejamento ambiental e o gerenciamento ambiental, a saber:

Política ambiental é o conjunto consistente de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação no uso, controle, proteção e conservação do ambiente.

Planejamento ambiental é o estudo prospectivo que visa a adequação do uso, controle e proteção do ambiente às aspirações sociais e/ou governamentais expressas formal ou informalmente em uma Política Ambiental, através da coordenação, compatibilização, articulação e implementação de projetos de intervenção estruturais e não-estruturais.

Gerenciamento ambiental é o conjunto de ações destinado a regular o uso, controle, proteção e conservação do ambiente, e a avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela política ambiental.

Juchem (1995) tem uma visão mais empresarial de “gestão ambiental” definindo-a como um conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente, através da eliminação ou minimização de impactos ambientais.

Godard (1997) fala que na França, o termo Gestão evoluiu de um significado técnico restrito dado para Gestão Florestal, que designava o programa para a exploração de florestas submetidas a um regime jurídico particular, compreendendo objetivos a serem atingidos em longo prazo e as operações técnicas para realizá-los. Um significado mais recente, é a gestão do território, a qual trás a idéia de uma ação coletiva voluntária, visando o controle do desenvolvimento do território, e isto de um ponto de vista simultaneamente espacial e ligado à exploração dos recursos naturais. Considera-se também o pressuposto de que a natureza só se torna utilizável para fins sociais se for convenientemente administrada para torná-la funcional.

Frank (1995) evidencia que o “Zoneamento ambiental”, o “zoneamento ecológico-econômico” e a “avaliação de impactos ambientais” são instrumentos do planejamento ambiental, enquanto o gerenciamento ambiental é unanimemente aceito como instrumento para se chegar ao “desenvolvimento sustentado”

Macedo (1994) argumenta que para realizar a gestão ambiental total é preciso atuar sobre todos os elementos envolvidos na transformação ambiental e realizar a gestão de cada um deles. Para tanto ele apresenta uma abordagem metodológica para a manutenção e garantia da sustentabilidade ambiental, que é dividida na seguintes partes:

- a) ordenamento territorial - visa ordenar o espaço a ser gerenciado
- b) plano de desempenho ambiental - visa manter e garantir os resultados da gestão, por isso deve ser feito com base nas informações sobre o espaço físico, biológico, e antrópico, e na avaliação das potencialidades e vulnerabilidade ambiental. Deve levar em conta a estratégia e tática a ser usada para atingir os alvos em cada segmento, os projetos e as metas necessárias para a gestão.
- c) sistema de gestão territorial - estabelece a natureza da gestão, os alvos a serem controlados e os índices de desempenho esperado para o espaço em gestão.

Dos conceitos expressos conclui-se que:

Gestão é um processo amplo, que envolve tomada de decisões embasada em princípios ou diretrizes, para encaminhar ações voluntárias conjuntas coletivas visando um objetivo pré-definido, que no caso do meio ambiente é conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação ou conservação da qualidade ambiental de uma determinada área.

2.6.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL

É uma atividade que pretende definir objetivos coerentes e prioridades para o desenvolvimento econômico e social. Consiste, portanto em organizar ou projetar, num esquema global coerente e congruente o conjunto de ações necessárias para alcançar um objetivo proposto num futuro definido, (Liberal, Juchem & Dilger, 1993). O planejamento visa reordenar o uso do solo de maneira que a intervenção humana seja o menos impactante, ou seja, que altere o menos possível o meio ambiente, (Caubet & Frank, 1993).

2.6.2 GERENCIAMENTO AMBIENTAL

É a ação, que para o meio ambiente significa a definição de planos de ação para a ocupação de uma área e do uso dos recursos disponíveis, planejando a ordenação territorial através do uso de técnicas de zoneamento ecológico-econômico e medidas adequadas de manejo ambiental.

2.6.3 POLÍTICA AMBIENTAL

Trata-se de um processo de acompanhamento global, que deve respeitar os princípios técnicos do manejo, a filosofia da gestão ambiental, os critérios do gerenciamento, de tal forma que a natureza seja respeitada da melhor forma, permitindo que o ocupante da terra possa tirar o seu sustento, em harmonia com a preservação da natureza, seja a fauna e flora.

2.7 GESTÃO TERRITORIAL

O conhecimento das limitações espaciais é de fundamental importância para o entendimento das características territoriais. Segundo Rezende (1982) o espaço tem sido, ao longo do tempo, destinado a cumprir funções específicas que variam segundo as necessidades das organizações sociais em cada época. Nessa perspectiva, o mesmo

autor destaca que a cidade é resultante, inacabada e em transformação, de intervenções reguladas por diferentes sistemas de valores sociais e econômicos.

De acordo com Dallabrida (2000) o conceito de territorialidade refere-se ao que se encontra no território, ou ao processo subjetivo de conscientização da população a respeito de sua inclusão em um território. A territorialidade se inscreve no quadro da produção, da troca e do consumo das coisas. Com a expansão do território, como unidade de gestão, ocorre pelo espaço não-ocupado ou uma reordenação dos territórios, “cria novas formas de territorialidades que dialeticamente, provocam novas formas de desterritorialidades e dá origem a novas territorialidades” (Andrade, 1994, p. 220) Segundo Loch (2000) a regionalização é um fato relevante para proceder estudos dos processos de desenvolvimento nas sociedades contemporâneas. As diferenciações territoriais existentes são resultantes da inter-relação dos aspectos sociais, econômicos, culturais e institucionais. Pode-se considerar que as ações da gestão territorial são abrangentes e exigem a integração de diversos interesses.

De acordo com Arns (2003, p. 84), a gestão territorial é formada pelos “espaços Social e Territorial”. O espaço Social composto pelas pessoas, indivíduos e suas potencialidades humanas, técnicas e científicas e o espaço Territorial definido como o espaço ocupado pelo cidadão na sua comunidade, nos meios socioeconômicos e ambientais.

3 ESPECIFICAÇÕES DOS SENSORES ABORDADOS

3.1 QUICKBIRD

A DigitalGlobe™ lançou seu satélite QuickBird em outubro de 2001. Em dezembro, 2000, a havia recebido uma licença para o lançamento de um satélite com resolução de 60 a 70 centímetros de resolução na banda pancromática e de 2,4 a 2,8 metros nas bandas multiespectrais. A companhia pôde modificar seus planos para o QuickBird aumentar a resolução de imagem em relação aquela originalmente planejada como sendo de 1 m de resolução, ajustando a órbita na qual o satélite voa. O Quickbird é um satélite de alta precisão que oferece imagens comerciais de alta resolução da Terra. As imagens pancromáticas e multiespectrais são planejadas para dar suporte nas aplicações em gerenciamento de avaliação de riscos e publicações de mapas com ênfase nas áreas urbanas. O sistema coleta dados com 61 centímetros de resolução espacial no pancromático e 2,5 metros no multiespectral em um vasto campo de observação, apresenta rápida seleção de alvo e permite a geração de pares estereoscópicos. A frequência média de visita é de 1 a 3,5 dias. Também são oferecidos produtos compostos em cores natural ou infra-vermelho, podendo-se obter quatro bandas espectrais, assim distribuídas: azul de 0,45 a 0,52 micrômetros, verde de 0,52 a 0,6 micrômetros, vermelho de 0,63 a 0,69 micrômetros e infravermelho próximo de 0,76 a 0,9 micrômetros. As cenas são de 16,5 km por 16,5 quilômetros. A altitude da órbita do satélite é de 450 quilômetros, com a possibilidade de repetitividade a cada 3,5 dias. Mais detalhes sobre as características do satélite, podem ser observadas nas tabelas a seguir.

São oferecidos os seguintes produtos de imagem: Imagem básica; Imagem padrão; Imagem de ortoretificada; Imagem pancromática.

TABELA 1 - Características do satélite QUICKBIRD

Missão	Boeing Delta II lançado em Vandenberg Air Force Base, Califórnia /USA
Instituição Responsável	Empresa DigitalGlobe
País/Região	Estados Unidos
Satélite	QUICKBIRD 2
Lançamento	18/10/2001
Situação Atual	Ativo
Órbita	Heliossíncrona

Altitude	450 km
Inclinação	98°
Tempo de Duração da Órbita	93,4 min
Período de Revisita	Máximo 3,5 dias
Instrumentos Sensores	QUICKBIRD

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/quickbird.html>

TABELA 2 - Características do satélite QUICKBIRD

Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
Pancromática	450 - 900 nm	61 a 72 cm	1 a 3,5 dias	16,5 X 16,5 Km
Multiespectral	450 – 520 nm	2,1 a 2,8 m	1 a 3,5 dias	16,5 X 16,5 Km
Multiespectral	520 – 600 nm	2,1 a 2,8 m	1 a 3,5 dias	16,5 X 16,5 Km
Multiespectral	630 – 690 nm	2,1 a 2,8 m	1 a 3,5 dias	16,5 X 16,5 Km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/quickbird.html>

FIGURA 1 - Exemplo de imagem QUICKBIRD (Istambul-2003)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.2 IKONOS

O satélite IKONOS II foi lançado no dia 24 de Setembro de 1999, e está operacional desde o início de janeiro de 2000. Ele é operado pela SPACE IMAGING que detém os direitos de comercialização a nível mundial. Foi o primeiro satélite comercial que conseguiu atingir um elevado nível de detalhamento, porque apresenta resolução espacial de 1 metro. As principais características técnicas do satélite IKONOS II e de seus produtos estão resumidos abaixo:

Com 1 m de resolução no modo PAN e PSM ele oferece uma das mais finas resoluções espaciais possíveis entre as imagens orbitais atualmente disponíveis. Ele permite discriminar objetos de 1 m² de área ou maior. Existe também a possibilidade de combinação de imagens adquiridas no modo PANCROMÁTICO, preto e branco, com 1 m de resolução, com imagens multiespectrais coloridas de 4 m de resolução, para a geração de imagens coloridas com 1m de resolução, combinando então as vantagens dos dois tipos de imagens. Como o satélite adquire sistematicamente as imagens no modo PAN e MS para todas as áreas, esta fusão e o produto PSM pode ser gerado para todas as imagens adquiridas pelo IKONOS.

Aquisição das imagens com profundidade radiométrica de 11 bits (2048 níveis de cinza) aumentando o poder de contraste e de discriminação das imagens, inclusive nas áreas de sombra. Antes do IKONOS, as imagens de satélites eram geralmente adquiridas com 8 bits (1 byte) ou 256 níveis de cinza.

Além da grande resolução espacial, as imagens geradas pelo IKONOS II apresentam precisão cartográfica, pois é aplicado um processo de georreferenciamento das imagens.

Para se conseguir resolução espacial, as bandas espectrais dos sensores no visível são largas dentro do espectro da luz, permitindo uma maior penetração na atmosfera e maior poder de discriminação dos alvos terrestres, principalmente da cobertura vegetal, áreas sombreadas e de corpos d'água;

O IKONOS tem capacidade de efetuar visadas no sentido de sua órbita e perpendicularmente a sua órbita, aumentando a frequência de revisita a cada ponto, possibilitando a aquisição de par estereoscópico, utilizados para trabalhos de restituição altimétrica.

A alta resolução do IKONOS muda até o modo de usar as imagens de satélites por ele gerado, pois se anteriormente um pixel continha vários objetos, agora, um objeto é composto de vários pixels. Os algoritmos de interpretação devem mudar por causa do nível de detalhamento. Segundo os representantes desse produto no Brasil, as imagens

IKONOS têm capacidade de serem ampliadas com qualidade até obter a escala 1:2.500, sendo que irá oferecer a precisão cartográfica correspondente somente se corretamente produzido.

São inúmeras as aplicações potenciais que vão se tornar reais utilizando as imagens IKONOS, em quase todos os ramos que já usam imagens de satélites, e muitos outros que sofriam da limitação da resolução, desde a gestão do espaço geográfico complexo e extenso até a análise pontual.

TABELA 3 - Características do satélite IKONOS

Missão	IKONOS-II
Instituição Responsável	Space Imaging
País/Região	Estados Unidos
Satélite	IKONOS-II
Lançamento	24/09/1999
Situação Atual	Ativo
Órbita	Heliossíncrona
Altitude	681 km
Inclinação	98,1°
Velocidade	7km / s
Capacidade de Aquisição de imagens	Faixas de 11km x 100km até 11km x 1000km
Tempo de Duração da Órbita	98 min
Período de Revisita	3 dias (***)
Instrumentos Sensores	PANCROMÁTICO E MULTIESPECTRAL

(***) Esses valores valem para latitude de +/- 40°. A frequência de revisita para latitudes maiores será menor, e maior para as latitudes perto do Equador.

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/ikonos.html>

TABELA 4 - Características do satélite IKONOS

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
Pancromático	Pan	0,45 - 0,90 μ m	1 metro	2,9 dias	13 X 13 km
Multiespectral	Azul	0,45 - 0,52 μ m	4 metros	1,5 dia	13 X 13 km
Multiespectral	Verde	0,52 - 0,60 μ m	4 metros	1,5 dia	13 X 13 km
Multiespectral	Vermelho	0,63 - 0,69 μ m	4 metros	1,5 dia	13 X 13 km
Multiespectral	Infravermelho próximo	0,76 - 0,90 μ m	4 metros	1,5 dia	13 X 13 km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/ikonos.html>

FIGURA 2 - Exemplo de imagem IKONOS (Gallipoli-2002)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.3 ORBVIEW

A série ORBVIEW é composta por quatro satélites: o ORBVIEW 1 lançado em 1995 e atualmente fora de operação, o ORBVIEW 2 e 3 em operação desde 1997 e 2003 respectivamente e o ORBVIEW 4 perdido durante o lançamento. Uma das características marcantes da família é que cada um dos satélites apresenta características distintas em relação às bandas de imageamento e resoluções. O

ORBVIEW 2, por exemplo, fornece imagens diárias da superfície da terra e do oceano, trabalhando em 8 canais espectrais com resolução espacial de 1,1 km. Dessa forma, torna-se capaz de detectar alterações nos níveis de fitoplâncton e sedimentos dos oceanos e avaliar as condições da massa de vegetação em escala global. No caso do ORBVIEW 3 as condições de imageamento são bem diferentes. Primeiro porque opera em comprimentos de onda distintos se comparados ao seu antecessor e segundo, é reconhecido por sua alta resolução espacial obtendo imagens que variam de 1 a 4 metros, próprias para serem utilizadas em cadastros urbanos e rurais ou em mapeamentos de alta precisão.

TABELA 5 - Características do satélite ORBVIEW

Missão	ORBVIEW	
Instituição Responsável	Orbital Sciences Corporation-OSC e National Aeronautical and Space Administration-NASA	
País/Região	Estados Unidos	
Satélite	ORBVIEW 2	ORBVIEW 3
Lançamento	01/08/1997	26/06/2003
Situação Atual	Ativo	Ativo
Órbita	Polar e heliossíncrona	Polar e heliossíncrona
Altitude	705 km	470 km
Inclinação	98,2°	97°
Tempo de Duração da Órbita	99 min	92,5 min
Horário de Passagem	10:30 A.M.	10:30 A.M.
Período de Revisita	Diário	3 dias
Instrumentos Sensores	SeaWIFS	PAN e MULTIESPECTRAL

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/orbview.html>

TABELA 6 - Características do satélite ORBVIEW

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
SeaWIFS	1	402-422 nm	1,1 km	Diário	2.800 km
SeaWIFS	2	433-453 nm	1,1 km	Diário	2.800 km
SeaWIFS	3	480-500 nm	1,1 km	Diário	2.800 km
SeaWIFS	4	500-520 nm	1,1 km	Diário	2.800 km
SeaWIFS	5	545-565 nm	1,1 km	Diário	2.800 km
SeaWIFS	6	660-680 nm	1,1 km	Diário	2.800 km
SeaWIFS	7	745-785 nm	1,1 km	Diário	2.800 km
SeaWIFS	8	845-885 nm	1,1 km	Diário	2.800 km
ORBVIEW 3	PANCROMÁTICO	450-900 nm	1 m	3 dias	8 km
ORBVIEW 3	MULTIESPECTRAL	450-520 nm	4 m	3 dias	8 km
ORBVIEW 3	MULTIESPECTRAL	520-600 nm	4 m	3 dias	8 km
ORBVIEW 3	MULTIESPECTRAL	625-695 nm	4 m	3 dias	8 km
ORBVIEW 3	MULTIESPECTRAL	760-900 nm	4 m	3 dias	8 km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/orbview.html>

O satélite ORBVIEW 3 permite que sejam realizadas visadas laterais de até 45° e consequentemente adquiridas imagens de faixas maiores do terreno, assim como com menor resolução temporal. Outra característica é a possibilidade de geração de estereoscopia.

FIGURA 3 -Exemplo de imagem ORBVIEW-2 (Península Balcânica-1998)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

FIGURA 4 -Exemplo de imagem ORBVIEW-3 (Atenas-2004)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.4 EROS

O satélite EROS faz parte de um programa de satélites de baixo custo desenvolvido pela Israel Aircraft Industries (IAI), empresa estatal do Governo de Israel. A família EROS foi concebida com o objetivo de possibilitar o rápido acesso às imagens de satélite de alta resolução de qualquer ponto da Terra. O EROS A se enquadra na categoria de sensores remotos que operam com alta resolução espacial. Atualmente o satélite EROS A equipado com a câmara CCD consegue captar elementos de 1,8 metros do terreno, mas, o lançamento do satélite EROS B1 previsto para ocorrer em 2004 deve aumentar a resolução espacial para 0,9 metros. Além do EROS A1 e B1, estão previstos lançamentos de mais 4 satélites. Os EROS B2 e B3 estão programados para operar na segunda metade de 2004 e os EROS B4 e B5 para 2005. Quando todos os satélites estiverem em órbita planejam-se realizar recobrimentos diários de qualquer ponto da superfície terrestre, atendendo rapidamente a demanda de seus usuários.

TABELA 7 - Características do satélite EROS

Missão	Earth Resources Observation Satellite - EROS	
Instituição Responsável	Israel Aircraft Industries (IAI)	
País/Região	Israel	
Satélite	EROS A1	EROS B1
Lançamento	05/12/2000	Previsto para 2004
Situação Atual	Ativo	Aguardando lançamento
Órbita	Circular, polar e heliossíncrona	Circular, polar e heliossíncrona
Altitude	480 km	600 km
Inclinação	97.3°	s.d.
Tempo de Duração da Órbita	90 min	s.d.

Horário de Passagem	s.d.	s.d.
Período de Revisita	4 dias	4 dias
Instrumentos Sensores	CÂMARA CCD	CÂMARA CCD-TDI

s.d : sem dados

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/eros.html>

TABELA 8 - Características do satélite EROS

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
CÂMARA CCD	VISÍVEL E INFRAVERMELHO	0,5 to 0,9 µm	1,8 m	máximo 4 dias	12,5 km
CÂMARA CCD-TDI	VISÍVEL E INFRAVERMELHO	0,5 to 0,9 µm	0,9 m	máximo 4 dias	16 km

Devido à sua versatilidade, os satélites EROS podem realizar movimentos em suas câmeras de até 45° e adquirir mosaicos de 7 a 12 cenas (EROS A1 e EROS B1). Esta habilidade permite também que sejam gerados pares estereoscópicos.

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/eros.html>

FIGURA 5 - Exemplo de imagem EROS-A1 (Istambul-2001)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.5 SPOT

O programa SPOT foi planejado como um sistema operacional e comercial, pelo governo Francês em convênio com o governo Sueco e Belga, ficando o gerenciamento a cargo do CNES - Centro National d'Etudes Spatiales. Em 1986 foi lançado o primeiro satélite, o SPOT 1, que foi seguido pelo lançamento do SPOT 2 em março de 1990 e o SPOT 3 em 1993, assegurando a continuidade dos serviços de aquisição de informações geográficas. O lançamento do SPOT-4 foi realizado em março de 1998, o lançamento do SPOT-5 foi realizado em maio de 2002, que são considerados uma segunda geração de satélites. O avanço mais importante nestes últimos satélites é a adição de um sensor chamado "Vegetation", que possui quatro bandas espectrais com resolução de 1 Km , numa faixa de varredura de 2.200 km, que permitirá o monitoramento da vegetação da terra. O SPOT-5 apresenta resolução de 2,5 m com faixa imageada de 60 Km (cena de 60 x 60 Km) e recobrimento para os cinco continentes, permitindo avaliação em Estereoscopia para geração de Modelo Numérico de Terreno. A constelação de 3 satélites atualmente em órbita, permite adquirir diariamente uma imagem de qualquer ponto do globo sem dificuldades.

O SPOT possui dois componentes principais :

- subsistema satélite, com função de adquirir dados geográficos, contendo dois instrumentos independentes: HRV1 e HRV2 (High Resolution Visible).
- subsistema Estação Terrestre, responsável pelo controle do satélite e recepção dos dados, assim como o processamento para torná-los utilizáveis pelos especialistas em extração de informações geográficas.

O SPOT pode adquirir imagens até a latitude de 84° N e S, posicionado em órbita síncrona com o Sol, mantendo inclinação de 98°07' com o plano equatorial terrestre, a uma altitude de 832km. Possui um ciclo orbital que pode variar desde 26 dias até um mínimo de 3,7 dias (no Equador), isto devido ao sistema de espelhos rotativos que fazem parte dos sensores, possibilitando a visada oblíqua, A visão oblíqua ou fora do nadir permite a formação de imagens estereoscópicas, ou estereopares por combinação de duas imagens da mesma área adquiridas em diferentes ângulos e em diferentes datas.

As cenas do SPOT são formadas por faixas de varredura que medem 60 a 80 km direção L-W. Nominalmente cada cena varia de 60x60 km para 60x80km. Os sensores SPOT podem operar de dois modos distintos para adquirir informações da superfície terrestre: No modo pancromático, 6.000 detectores captam a radiação eletromagnética a cada 10 m, formando linhas numa faixa de 60 km de largura em uma única banda espectral, correspondendo a 0,51 a 0,73 m. A resolução espacial no modo pancromático

é de 10m. No modo multiespectral, 3.000 detectores formam a linha imagem das faixas de 60 km de largura em três bandas espectrais diferentes, com resolução espacial no modo espectral é de 20m:

Os sinais recebidos pelo Satélite são enviados às estações terrestres e processados pela Space Imagery Rectification Centers (CRIS) associadas às estações localizadas em Toulouse (França) e Kiruna (Suécia), para serem utilizadas pelos usuários. As correções efetuadas nas cenas SPOT são: correções radiométricas e correções geométricas de acordo com os diferentes níveis de acurácia e, portanto deve-se ter o cuidado de escolher a imagem adequada ao uso desejado. Por exemplo, imagens do nível “1B” é adequada para uso em fotointerpretação (estereopar) e mapeamento temático; o nível “2” : conhecido como “nível de precisão” é indicado para usuários que requerem acurácia cartográfica. Para tanto são usados pontos de apoio (de coordenadas conhecidas com precisão de 10m) determinados sobre cartas topográficas. As correções devido ao relevo não são consideradas. Os produtos precisos do Nível S são usados em estudos multitemporais.

TABELA 9 - Características do satélite SPOT

Missão	Satellite pour l'Observation de la Terre (SPOT)				
Instituição Responsável	Centre National d'Etudes Spatiales - CNES				
País/Região	Estabelecido por iniciativa do governo francês em 1978, com a participação da Suécia, Bélgica e Itália.				
Satélite	SPOT-1	SPOT-2	SPOT-3	SPOT-4	SPOT-5
Lançamento	22/02/1986	22/01/1990	26/09/1993	24/03/1998	04/05/2002
Situação Atual	Inativo (nov/2003)	Ativo	Inativo (14/11/1996)	Ativo	Ativo
Órbita	Circular, heliossíncrona e polar	Circular, heliossíncrona e polar	Circular, heliossíncrona e polar	Circular, heliossíncrona e polar	Circular, heliossíncrona e polar
Altitude	823 km	823 km	823 km	832 km	832 km
Inclinação	98°	98°	98°	98°	98°
Tempo de Duração da Órbita	101,4 min	101,4 min	101,4 min	101,4 min	101,4 min
Horário de	10:30 A.M.	10:30 A.M.	10:30 A.M.	10:30 A.M.	10:30 A.M.

Passagem					
Período de Revisita	26 dias	26 dias	26 dias	26 dias	26 dias
Instrumentos Sensores	HRV	HRV	HRV	HRVIR e VEGETATION	HRG, HRS VEGETATION2

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/spot.html>

TABELA 10 - Características do satélite SPOT

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
HRV	PAN	0,50 - 0,73µm	10 m	26 dias	60 X 60 Km
HRV	XS1	0,50 - 0,59µm	20 m	26 dias	60 X 60 Km
HRV	XS2	0,61 - 0,68µm	20 m	26 dias	60 X 60 Km
HRV	XS3	0,78 - 0,89µm	20 m	26 dias	60 X 60 Km
HRVIR	Monoespectral	0,61 - 0,68µm	10 m	26 dias	60 X 60 Km
HRVIR	B1	0,50 - 0,59µm	20 m	26 dias	60 X 60 Km
HRVIR	B2	0,61 - 0,68µm	20 m	26 dias	60 X 60 Km
HRVIR	B3	0,78 - 0,89µm	20 m	26 dias	60 X 60 Km
HRVIR	MIR	1,58 - 1,75µm	20 m	26 dias	60 X 60 Km
HRG	PA E SUPERMODE	0,48 - 0,71µm	5 m	26 dias	60 X 60 Km
HRG	B1	0,50 - 0,59µm	10 m	26 dias	60 X 60 Km
HRG	B2	0,61 - 0,68µm	10 m	26 dias	60 X 60 Km
HRG	B3	0,78 - 0,89µm	10 m	26 dias	60 X 60 Km
HRG	SWIR	1,58 - 1,75µm	10 m	26 dias	60 X 60 Km
HRS	PA	0,49 - 0,69µm	10 m	26 dias	120 X 600 Km
VEGETATION	B0	0,43 - 0,47µm	1 Km	24 horas	2250 Km
VEGETATION	B2	0,61 - 0,68µm	1 Km	24 horas	2250 Km
VEGETATION	B3	0,78 - 0,89µm	1 Km	24 horas	2250 Km
VEGETATION	MIR	1,58 - 1,75µm	1 Km	24 horas	2250 Km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/spot.html>

FIGURA 6 - Exemplo de imagem SPOT-1/2/4 (Manisa-2002)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

FIGURA 7 - Exemplo de imagem SPOT-5 (Istambul-2003)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.6 TERRA

A plataforma orbital TERRA foi lançada em 18 de dezembro de 1999 como parte do programa Earth Observing System (EOS), da NASA e tem por objetivo principal adquirir dados que possam aumentar nossos conhecimentos sobre a dinâmica atmosférica global, sobre a interação terra, oceano e atmosfera. Estes dados começaram a ser coletados em fevereiro de 2000. Atualmente existem três satélites do programa EOS em órbita e planejam-se lançar outros quinze durante os próximos anos. A bordo do satélite TERRA estão os sensores MODIS, ASTER, CERES, MISR e MOPITT.

TABELA 11 - Características do satélite TERRA

Missão	Earth Observing System (EOS)
Instituição Responsável	NASA
País/Região	Estados Unidos
Satélite	TERRA
Lançamento	18/12/1999
Situação Atual	Ativo
Órbita	Polar e heliossíncrona
Altitude	705 km
Inclinação	98,2°
Tempo de Duração da Órbita	98,1 min
Horário de Passagem	10:30 A.M.
Período de Revisita	16 dias
Instrumentos Sensores	ASTER, MODIS, MISR, CERES e MOPITT

Fonte: <http://www.sat.cnpem.embrapa.br/satelite/terra.html>

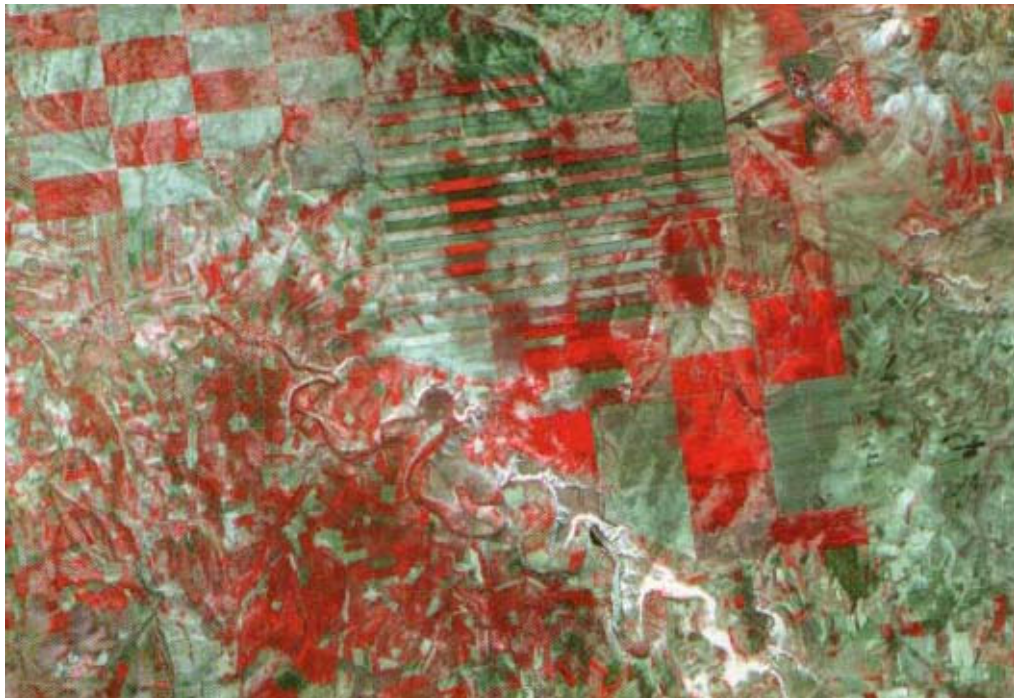
TABELA 12 - Características do satélite TERRA

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
ASTER	VNIR	3 bandas: (0,5 - 0,9 μm)	15 m	s.d.	60 Km
ASTER	SWIR	6 bandas: (1,6 - 2,5 μm)	30 m	s.d.	60 Km
ASTER	TIR	5 bandas: (8 - 12 μm)	90 m	s.d.	60 Km
MODIS	1	620 - 670 nm	250 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	2	841 - 876 nm	250 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	3	459 - 479 nm	500 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	4	545 - 565 nm	500 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	5	1230 - 1250 nm	500 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	6	1628 - 1652 nm	500 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	7	2105 - 2155 nm	500 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	8	405 - 420 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	9	438 - 448 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	10	483 - 493 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	11	526 - 536 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	12	546 - 556 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	13	662 - 672 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	14	673 - 683 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	15	743 - 753 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	16	862 - 877 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	17	890 - 920 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	18	931 - 941 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	19	915 - 965 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
MODIS	20	3660 - 3840 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	21	3929 - 3989 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	22	3929 - 3989 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	23	4020 - 4080 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	24	4433 - 4498 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	25	4482 - 4549 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	26	1360 - 1390 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	27	6535 - 6895 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	28	7175 - 7475 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	29	8400 - 8700 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	30	9580 - 9880 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	31	10780 - 11280 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	32	11770 - 12270 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	33	13185 - 13485 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	34	13485 - 13785 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	35	13785 - 14085 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km
MODIS	36	14085 - 14385 nm	1000 m	1 a 2 dias	2330 x 5000 km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/terra.html>

FIGURA 8 -Exemplo de imagem TERRA-ASTER (Anatólia Central-2002)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.7 LANDSAT

A série LANDSAT foi iniciada no final da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres. O primeiro satélite da série começou a operar em 1972 e a última atualização ocorreu em 1999 com o lançamento do LANDSAT-7. Atualmente o único satélite em operação é o LANDSAT-5, que leva a bordo o sensor TM e contribui para o mapeamento temático da superfície terrestre. O LANDSAT-7 iniciou suas atividades em abril de 1999 e encerrou em 2003, utilizando o sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). Este instrumento foi capaz de ampliar as possibilidades de uso dos produtos LANDSAT, porque manteve a alta resolução espectral (característica importante desse sistema) e conseguiu ampliar a resolução espacial da banda 6 (Infravermelho Termal) para 60 metros além de inserir a banda pancromática e permitir a geração de composições coloridas com 15 metros de resolução. O primeiro satélite para estudos sucessivos dos recursos naturais foi lançado em 1972 pelos USA, levando o nome de ERTS (Earth Resources Technology Satellite) , que recebeu mais tarde a denominação LANDSAT - Satélite da Terra. Foram estes os primeiros que de forma operacional geraram produtos de boa qualidade para utilização científica.

O sistema LANDSAT desenvolvido pela NASA foi concebido como uma série de satélites para serem lançados em intervalos médios de três a quatro anos.

De acordo com LOCH (1982), os três primeiros satélites, LANDSAT 1, 2 e 3 apresentavam características semelhantes entre si. O LANDSAT 1 e 2 apresentavam três câmaras RBV (Return Beam Vidicon) e quatro canais de rastreamento eletrônico multiespectral. As câmaras RBV tinham resolução de 40 metros e as imagens multiespectrais apresentavam resolução de 79 metros. No LANDSAT 3 houve uma pequena evolução nas câmaras RBV que eram somente duas e com resolução de 30 metros, não havendo alteração nos canais multiespectrais.

No LANDSAT 4 lançado em 1982, o sensor foi melhorado tanto na resolução espacial quanto na espectral, com o surgimento do Thematic Mapper, onde os quatro canais multiespectrais existentes foram substituídos por seis canais com resolução de 30 metros e mais um canal termal com resolução de 120 metros.

Enquanto nos três primeiros lançamentos apenas era possível adquirir cenas de 185 X 185 Km, a partir do Landsat 4, o cliente pode adquirir apenas quadrantes das cenas, com área de 92 X 92 km, sendo possíveis várias alternativas, desde a divisão simples da imagem original, o quadrante central, central norte, central sul, central leste, central oeste, totalizando 9 alternativas.

O Landsat 5 lançado em 1985, ficou em operação até ser substituído pelo o Landsat 7. Manteve as mesmas características Landsat 4, principalmente em relação aos canais espectrais (resolução espectral), e a resolução espacial. O Landsat 6 lançado em 1994 foi perdido no espaço, e jamais entrou em operação.

No programa satelitário americano, o lançamento do Landsat 7 aconteceu somente em 1998, e trouxe mais uma banda espectral: a pancromática 0,50 - 0,90 nm com resolução espacial de 15m, além de melhoria da resolução espacial do canal termal para 60m.

A EOSAT (Earth Observations Satélites Company) criada em 1984 pelo governo americano é o organismo responsável pela comercialização mundial referente ao Landsat.

Os principais componentes do sistema Landsat são:

- subsistema Satélite com função básica de adquirir dados, contendo seu conjunto de sensores MSS (Multiespectral Scanner Subsystem) ou TM (Thematic Mapper) e RBV (Return Beam Vidicon).

- subsistema Estação Terrestre, com a função de processar os dados e torná-los utilizáveis por especialistas em extração de informações de interesse para a ecologia, agricultura, planejamento regional etc...
- subsistema de controle de órbita, talvez o mais importante, é quem monitora a estabilidade dos satélites, feita de forma contínua 24 horas diárias.

O sensor imageador TM é um sistema avançado de varredura multiespectral, com 6 bandas espectrais, com resolução espacial, a partir do Landsat 7, de 15 m e um termal (banda 6) com resolução de 60m.

O processo de imageamento é por varredura multiespectral (scanner), onde a radiação da superfície é coletada por um espelho móvel, de face plana, com movimentos oscilatórios de L-W e W-L, de forma a “varrer” a superfície segundo linhas perpendiculares à direção do deslocamento do satélite. Assim o sensor coleta informações do terreno em forma de energia eletromagnética, e esta energia é transformada em um produto passível de análise: A IMAGEM.

As estações terrestres representam a ligação telemétrica entre o satélite e a Terra, sendo classificadas duas categorias:

- estações que recebem informações sobre a atitude do satélite e os dados registrados pelos sensores.
- estações que executam as tarefas anteriores, e transmitem comandos ao satélite.

As operações vitais do LANDSAT são controladas em um Centro de Operações nos USA. A recepção dos dados no Brasil se dá em Cuiabá - MT, onde existe uma estação de recepção que foi implantada em 1973, por ser considerado o centro geográfico da América do Sul. A estação de Cuiabá recebe o sinal do satélite, decodifica-os na forma bruta em fitas magnéticas. Estas posteriormente seguem para Cachoeira Paulista - SP, para processamento e transformação dos dados recebidos em Cuiabá, sendo transformadas em imagens fotográficas, ou fitas magnéticas, ou CD, compatíveis com computadores.

TABELA 13 - Características do satélite LANDSAT

Missão	Land Remote Sensing Satellite (Landsat)						
Instituição Responsável	NASA (National Aeronautics and Space Administration)						
País/Região	Estados Unidos						
Satélite	LANDSAT 1	LANDSAT 2	LANDSAT 3	LANDSAT 4	LANDSAT 5	LANDSAT 6	LANDSAT 7
Lançamento	27/7/1972	22/1/1975	5/3/1978	16/7/1982	1/3/1984	5/10/1993	15/4/1999
Situação Atual	Inativo (06/01/1978)	Inativo (25/02/1982)	Inativo (31/03/1983)	Inativo (1993)	em atividade	Inativo (05/10/1993)	Inativo (2003)
Órbita	Polar, Circular e heliossíncrona	Polar, Circular e heliossíncrona	Polar, Circular e heliossíncrona	Polar, Circular e heliossíncrona	Polar, Circular e heliossíncrona	s.d.	Polar, Circular e heliossíncrona
Altitude	917 km	917 km	917 km	705 km	705 km	s.d.	705 km
Inclinação	99°	99°	99°	98,20°	98,20°	s.d.	98,3°
Tempo de Duração da Órbita	103,27 min	103,27 min	103,27 min	98,20 min	98,20 min	s.d.	98,9 min
Horário de Passagem	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:45 A.M.	9:45 A.M.	s.d.	10:00 A.M.
Período de Revisita	18 dias	18 dias	18 dias	16 dias	16 dias	s.d.	16 dias
Instrumentos Sensores	RBV e MSS	RBV e MSS	RBV e MSS	MSS e TM	MSS e TM	ETM	ETM+

s.d: sem dados

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/landsat.html>**TABELA 14 - Características do satélite LANDSAT**

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
MSS	4	0,5 - 0,6 μm	80 m	18 dias	185 Km
MSS	5	0,6 - 0,7 μm	80 m	18 dias	185 Km
MSS	6	0,7 - 0,8 μm	80 m	18 dias	185 Km
MSS	7	0,8 - 1,1 μm	80 m	18 dias	185 Km
MSS	8 p/ Landsat 3	10,4 - 12,6 μm	120 m	18 dias	185 Km

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
TM	1	0,45 - 0,52 μm	30 m	16 dias	185 Km
TM	2	0,50 - 0,60 μm	30 m	16 dias	185 Km
TM	3	0,63 - 0,69 μm	30 m	16 dias	185 Km
TM	4	0,76 - 0,90 μm	30 m	16 dias	185 Km
TM	5	1,55 - 1,75 μm	30 m	16 dias	185 Km
TM	6	10,4 - 12,5 μm	120 m	16 dias	185 Km
TM	7	2,08 - 2,35 μm	30 m	16 dias	185 Km
ETM+	1	0,45 - 0,52 μm	30 m	16 dias	185 Km
ETM+	2	0,50 - 0,60 μm	30 m	16 dias	185 Km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/landsat.html>

FIGURA 9 - Exemplo de imagem LANDSAT-5/7 (Istambul-2000)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.8 RADARSAT

O RADARSAT-1 é um satélite para sensoriamento remoto desenvolvido pelo governo Canadense que foi lançado em novembro de 1995. A Agência Espacial Canadense é a responsável pelo programa e operação do satélite, e a Radarsat Internacional é responsável pelo marketing distribuição de dados para outros países.

O desenvolvimento de um satélite operando com microondas (Radar de Abertura Sintética - SAR) para imageamento da superfície é uma necessidade para o Canadá, pois o Norte do país passa longos períodos no escuro durante o inverno, e também porque tem mais ou menos 240.000 km de linha costeira, condições que dificultam coletar dados da superfície usando os satélites óticos disponíveis atualmente.

Este satélite opera com radar SAR (Radar de Abertura Sintética) na banda C e é capaz de cobrir toda a superfície terrestre, com flexibilidade para atender requisições específicas, dependendo do modo de operação do radar, além de adquirir e oferecer imagens com resolução espacial de 9 metros em modo fino. Trata-se de um dos mais sofisticados e completos sistemas de radar para monitoramento dos recursos naturais do planeta. O satélite RADARSAT-2, foi desenhado para oferecer uma extensa lista de padrões adicionais com aprimoramento na resolução e na seleção de opções de polarização.

TABELA 15 - Características do satélite RADARSAT

Missão	RADARSAT
Instituição Responsável	Canadian Space Agency (CSA)
País/Região	Canadá
Satélite	RADARSAT-1
Lançamento	04/11/1995
Situação Atual	Ativo
Órbita	Polar, circular e heliossíncrona
Altitude	798 km
Inclinação	98,6°
Tempo de Duração da Órbita	100 min
Horário de Passagem	s.d.

Período de Revisita	24 dias
Instrumentos Sensores	SAR

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/radarsat.html>

TABELA 16 - Características do satélite RADARSAT

Sensor	Bandas Espectrais	Frequência	Comprimento de Onda	Ângulo de Visada	Polarização	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
SAR	Banda C	5.3 GHz	5,7 cm	10 a 59°	Horizontal	9 a 100 m	24 dias	50 a 500 km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/radarsat.html>

FIGURA 10 - Exemplo de imagem RADARSAT-1 (Istambul-1996)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.9 ERS

Dotados de vários instrumentos sensores (escaterômetros, câmeras, etc), os satélites da família ERS geram um fluxo contínuo de informações sobre os oceanos e as terras emersas desde 1991, quando foi lançado o primeiro satélite da série (ERS-1) pela Agência Espacial Européia - ESA. Atualmente, o segundo satélite (ERS-2) está em órbita e apresenta configurações técnicas semelhantes aos do primeiro. Uma das grandes importâncias do satélite ERS foi o fato de ter sido o pioneiro a disponibilizar imagens de qualidade captadas por sensores de microondas (radar) e contribuir para ampliar as possibilidades de aquisição de imagens de áreas que apresentam alta concentração de nuvens.

TABELA 17 - Características do satélite ERS

Missão	European Remote Sensing Satellite (ERS)
Instituição Responsável	European Space Agency (ESA)
País/Região	Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Holanda, Irlanda, Itália, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suécia e Suíça.
Satélite	ERS-1
Lançamento	17/07/1991
Situação Atual	Inativo desde 10/03/2000
Órbita	Circular, polar e heliossíncrona
Altitude	785 km
Inclinação	98.5°
Tempo de Duração da Órbita	100 min
Horário de Passagem	10:30 A.M.
Período de Revisita	3, 35 e 176 dias
Instrumentos Sensores	SAR, WS, RA, ATSR-1, MS, LRR

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/ers.html>

TABELA 18 - Características do satélite ERS

Sensor	Canais/Bandas Espectrais	Frequência	Comprimento de Onda	Ângulo de Visada	Polarização	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
SAR (Synthetic Aperture Radar)	Banda C	5,3 GHz	5,6 cm	23°	vertical	6 - 30 km	3, 35 e 176 dias	80 - 102 km
WS (Wind Scaterometer)	Banda C	5,3 GHz	s.d.	45°	s.d.	45 km	3, 35 e 176 dias	500 km
RA	Banda K	13,8 GHz	s.d.	1,3 a 3°	vertical	16 m (altitude)	3, 35 e 176 dias	16 - 20 km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/ers.html>

TABELA 19 - Características do satélite ERS

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
ATSR-1 (Along Track Scanning Radiometer)	MULTIESPECTRAL	1,6 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
ATSR-1 (Along Track Scanning Radiometer)	MULTIESPECTRAL	3,7 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
ATSR-1 (Along Track Scanning Radiometer)	MULTIESPECTRAL	10,8 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
ATSR-2 (Along Track Scanning Radiometer)	MULTIESPECTRAL	1,6 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
ATSR-2 (Along Track Scanning Radiometer)	MULTIESPECTRAL	3,7 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
ATSR-2 (Along Track Scanning Radiometer)	MULTIESPECTRAL	10,8 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
ATSR-2 (Along Track Scanning Radiometer)	MULTIESPECTRAL	0,55 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
ATSR-2 (Along Track Scanning Radiometer)	MULTIESPECTRAL	0,65 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
ATSR-2 (Along Track Scanning Radiometer)	MULTIESPECTRAL	0,87 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
MS (Microwave Sounder)	INFRAVERMELHO	1.58-1.64 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
MS (Microwave Sounder)	INFRAVERMELHO	3.55-3.93 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
MS (Microwave Sounder)	INFRAVERMELHO	10.4-11.3 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
MS (Microwave Sounder)	INFRAVERMELHO	11.5-12.5 μm	1 km	3, 35 e 176 dias	500 km
GOME	ULTRAVIOLETA	292 - 402 nm	40 km	3 dias	120 - 960 km
GOME	VISÍVEL	402 - 597 nm	40 km	4 dias	120 - 960 km
GOME	VISÍVEL	597 - 790 nm	40 km	5 dias	120 - 960 km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/ers.html>

FIGURA 11 - Exemplo de imagem ERS-1/2 (Baía de Izmit-2002)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.10 ENVISAT

Em março 2002 o satélite ENVISAT foi lançado pela Agência Espacial Européia (ESA), sendo o maior satélite europeu já posto em órbita. Sua missão é ambiciosa: fornecer medidas da atmosfera, do oceano, da terra e do gelo visando o monitoramento do aquecimento global, do grau de contaminação atmosférica e dos riscos de desastres

naturais. Vários são os instrumentos a bordo do ENVISAT, sendo o sensor ótico MERIS e o radar ASAR os principais.

TABELA 20 - Características do satélite ENVISAT

Missão	Environmental Satellite (ENVISAT)
Instituição Responsável	European Space Agency (ESA)
País/Região	Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Holanda, Irlanda, Itália, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suécia e Suíça.
Satélite	ENVISAT
Lançamento	1/3/2002
Situação Atual	Ativo
Órbita	Heliossíncrona
Altitude	796 km
Inclinação	98.5°
Tempo de Duração da Órbita	100 min
Horário de Passagem	10:00 A.M.
Período de Revisita	35 dias
Instrumentos Sensores	ASAR, GOMOS, AATSR, MWR, MERIS, MIPAS, SCIAMACHY, RA-2, DORIS e LRR.

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/envisat.html>

TABELA 21 - Características do satélite ENVISAT

Sensor	Bandas Espectrais	Frequência	Comprimento de Onda	Ângulo de Visada	Polarização	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
ASAR	Banda C	s.d.	5,8 cm	15 - 45°	vertical e horizontal	30 - 1000 m	35 dias	60 - 405 km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/envisat.html>

FIGURA 12-Exemplo de imagem ENVISAT-MERIS(Mar Egeu e Turquia Ocidental –2003)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

FIGURA 13 - Exemplo de imagem ENVISAT-ASAR (Chipre-2003)



Fonte: Catálogo NIK System-2004

3.11 CBERS

Satélite Sino-Brasileiro de recursos terrestres, é resultante de um programa de cooperação foi assinado em 6 de julho de 1988 entre a China e o Brasil para desenvolver dois satélites de observação da Terra. Esse programa conjunto de Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres (CBERS) combina os recursos financeiros e de especialistas dos dois países para estabelecer um sistema completo de sensoriamento remoto, que é competitivo e compatível com o presente cenário internacional. O programa CBERS foi concebido como modelo de cooperação horizontal e intercâmbio entre países em desenvolvimento. O primeiro satélite CBERS foi lançado por foguetes chineses da série Longa Marcha a partir da base de lançamento de Shanxi, na República Popular da China.

O programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) mantém dois satélites de observação terrestre em órbita: o CBERS-1 e o CBERS-2, lançados na China. Os satélites são equipados com sensores de diferentes resoluções espaciais que podem cobrir o planeta em menos de 5 dias e ao mesmo tempo produzir informações mais detalhadas em uma visada mais estreita. O CBERS carrega câmeras para observação óptica e um sistema de coleta de dados ambientais. É um sistema único pois mantém em órbita instrumentos sensores que combinam características especialmente adequadas às diversas escalas temporais e espaciais, necessárias ao monitoramento e à preservação do ecossistema. O sistema de coleta de dados é destinado à retransmissão, em tempo real, de dados ambientais coletados em Terra e transmitidos ao satélite por meio de pequenas estações autônomas. Os dados provenientes das diversas estações, localizados em vários pontos do Planeta, são dirigidos ao mesmo tempo às centrais de processamento e usuários finais, por meio de transmissões em frequências diferentes. Em 14 de outubro de 1999, ocorreu o lançamento do primeiro Satélite CBERS, utilizando-se o foguete Longa Marcha 4B, a partir da Base de Lançamento de Taiyuan, e o segundo satélite foi lançado em 21 de outubro de 2003. As equipes técnicas de ambos os países concluíram estudos de viabilidade para a construção de mais dois satélites da família CBERS, o CBERS-3 e o CBERS-4, com a substituição da atual câmara CCD por outra com resolução de 5 metros. O lançamento do CBERS-3 está previsto para ocorrer em 2008 e o CBERS-4 em 2010. A característica singular do CBERS é sua carga útil de múltiplos sensores, com resoluções espaciais e frequências de observação variadas. Os dados de múltiplos sensores são especialmente interessantes para acompanhar ecossistemas que requerem alta repetitividade. Os três sensores imageadores a bordo são:

a) Imageador de Visada Larga (WFI – Wide Field Imager) - o WFI tem uma visada de 900 km no solo, que dá uma visão sinótica com resolução espacial de 260 m e cobre o planeta em menos de 5 dias.

b) Varredor Multiespectral Infravermelho (IR-MSS – Infrared Multispectral Scanner) - O IR-MSS fornece informações mais detalhadas em uma visada mais estreita, de 120 km, com resolução de 80 e 160 m.

c) Câmara de Alta Resolução CCD (Couple Charged Device) - Os sensores CCD de alta resolução (20 m) tem a capacidade adicional de apontamento lateral de $\pm 32^\circ$, que dá frequência de observações aumentada ou visão estereoscópica para uma dada região.

Além da carga útil imageadora, o satélite leva um sistema de coleta de dados (DCS – Data Collection System) para retransmitir dados ambientais colhidos no solo; um monitor do ambiente espacial (SEM) para detecção de radiação de alta energia no espaço; e um gravador de fita de alta densidade (HDTR) experimental para gravação de imagens a bordo. Aqui, somente serão mencionados os instrumentos imageadores para observação da Terra.

TABELA 22 - Características do satélite CBERS

Missão	China-Brazil Earth Resources Satellite ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres	
Instituição Responsável	INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e CAST (Academia Chinesa de Tecnologia Espacial)	
Missão	China-Brazil Earth Resources Satellite ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres	
País/Região	Brasil e China	
Satélite	CBERS 1	CBERS 2
Lançamento	14/10/1999	21/10/2003
Situação Atual	Ativo	Ativo
Órbita	Circular, quase-polar e heliossíncrona	Circular, quase-polar e heliossíncrona
Altitude	778 km	778 km
Inclinação	98°	98°

Tempo de Duração da Órbita	100,26 min	100,26 min
Horário de Passagem	10:30 A.M.	10:30 A.M.
Período de Revisita	26 dias	26 dias

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/cbers.html>

TABELA 23 - Características do satélite CBERS

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
Câmara CCD	PAN	0,51 - 0,73µm	20 m	26 dias (visada vertical) e 3 dias (visada lateral)	113 km
Câmara CCD	AZUL	0,45 - 0,52µm	20 m	26 dias (visada vertical) e 3 dias (visada lateral)	113 km
Câmara CCD	VERDE	0,52 - 0,59µm	20 m	26 dias (visada vertical) e 3 dias (visada lateral)	113 km
Câmara CCD	VERMELHO	0,63 - 0,69µm	20 m	26 dias (visada vertical) e 3 dias (visada lateral)	113 km
Câmara CCD	INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0,77 - 0,89µm	20 m	26 dias (visada vertical) e 3 dias (visada lateral)	113 km

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
IRMSS	PAN	0,50 - 1,10µm	80 m	26 dias	120 km
IRMSS	INFRAVERMELHO MÉDIO	1,55 - 1,75µm	80 m	26 dias	120 km
IRMSS	INFRAVERMELHO MÉDIO	2,08 - 2,35µm	80 m	26 dias	120 km
IRMSS	INFRAVERMELHO TERMAL	10,40 - 12,50µm	160 m	26 dias	120 km
WFI	VERMELHO	0,63 - 0,69µm	260 metros	5 dias	890 km
WFI	INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0,77 - 0,89µm	260 metros	5 dias	890 km

Fonte: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/cbers.html>

FIGURA 14 - Exemplo de imagem CBERS 2 (Buritama-SP-2004)



Fonte: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/mauro/buritama.jpg>

4 ASPECTO DE GESTÃO AMBIENTAL ABORDADO - ÁGUA

4.1 ESCOLHA DO ASPECTO – ÁGUA

A água, como todos sabemos, é um elemento essencial para que a vida exista na Terra. Nenhum ser, animal ou vegetal sobrevive sem ela. Mas esse não é seu único papel na natureza. Como agente ela molda rochas, modifica paisagens, forma rios, mares e lagos. Sem sua ação, não teríamos o solo que nos dá alimento e é sustentação de grande parte da vida vegetal existente.

No ambiente urbano a água tem um papel fundamental, podendo ser fonte de vida ao saciar nossa sede e ajudar em nossa higiene, ou fonte de graves doenças, quando é poluída por nossos próprios dejetos transformando-se em um veículo para micro e macro organismos maléficos.

Ela também é essencial para regular o clima da cidade, pois como tem capacidade de armazenar calor pode colaborar com o arrefecimento da mesma. Em cidades onde a água e a vegetação aparecem com menor frequência, o micro clima urbano pode variar em até 9°C a mais do que em ambientes naturais.

A chuva faz parte do ciclo da água, e é graças a ela que muitos de nossos mananciais se mantêm abastecidos, que nossas lavouras continuam produzindo alimentos para nossa mesa, porém, ao encontrar o solo impermeabilizado da cidade, o que é uma dádiva para a agricultura pode se tornar um pesadelo para muitos.

A ocupação irregular em áreas de alagamento (várzeas), a poluição excessiva, a retirada indiscriminada das matas ciliares e a própria impermeabilização do solo urbano são responsáveis por enchentes que deixam milhares de pessoas desabrigadas todos os anos. É a natureza dando sua resposta pelos ataques que sofre.

A natureza, o homem e até mesmo as cidades estão interligados e dependem de um equilíbrio do ciclo da água. Em função disso, podemos determinar a água de maneira geral, como um dos mais relevantes aspectos de gestão ambiental a ser levantado. Para os fins do cumprimento dos objetivos desta tese, considera-se a água como a feição ou alvo a ser abordado.

4.2 COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA ÁGUA

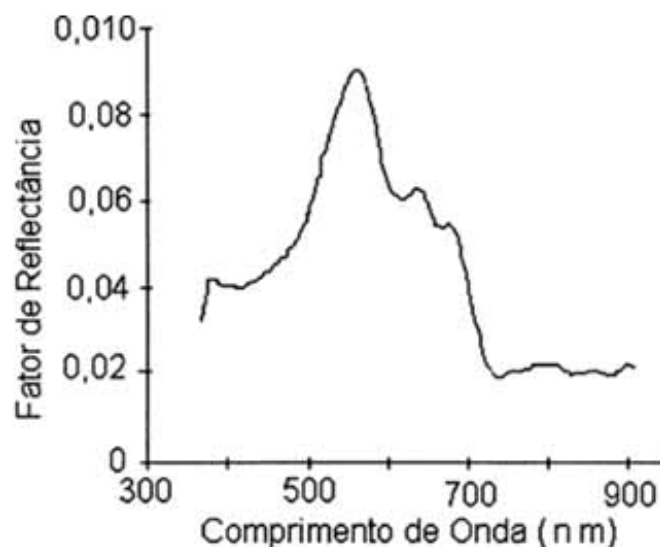
Áreas de solo exposto têm altas reflectâncias em todas as regiões do espectro eletromagnético, com uma gama de respostas dependente de sua constituição química e umidade. Na região do infravermelho-próximo e médio, assim como a vegetação, os solos, e rochas, apresentam reflectâncias altas. Porém, a partir de 1500nm, as distinções

entre solos e vegetação são mais acentuadas, enquanto para a água é praticamente zero.

A maior parcela da energia luminosa que incide sobre corpos d'água é transmitida, absorvida e dispersada, sendo uma parcela bem menor refletida. O espectro da radiação refletida pela água ocupa a faixa entre 400-900nm. Entretanto, corpos d'água contendo sedimentos de solo em suspensão têm uma resposta espectral mais elevada. Interações da energia luminosa incidente com a água são complexas e dependem de uma série de fatores como: a reflexão especular (rugosidade da superfície); tipo e concentração de materiais em suspensão (clorofila, argilas e nutrientes); tipo e constituição do fundo do corpo d'água; e variáveis climatológicas (Chuvienco, 1990).

Diferente do solo e da vegetação, a maior parte do fluxo radiante incidente sobre a água não é refletida, mas absorvida ou transmitida. Nos comprimentos de onda do visível, pouca luz é absorvida, uma pequena quantidade é refletida e a maior parte é transmitida. Moreira (2001) destaca que a água no estado líquido absorve toda a radiação eletromagnética abaixo de 380nm e acima de 700nm e que, mesmo nessa faixa intermediária, a reflectância da água é relativamente pequena, ultrapassando pouco mais de 5%. Especificamente para a água pura, a reflectância no espectro visível decresce cerca de 5% no azul para menos de 1% no infravermelho próximo (NOVO et al., 1989). Desse modo, a forte absorção da radiação do infravermelho próximo e médio pela água resulta em um forte contraste entre a água e os limites de terra.

FIGURA 15 -Comportamento espectral



Fonte: FREIRE e BASTOS (1998) – Água limpa de açude

4.3 BACIA HIDROGRÁFICA

Segundo o Programa Nacional de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 1987) A microbacia hidrográfica é entendida como uma área fisiográfica drenada por um curso d'água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d'água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido.

Cunha et al. (1996) define bacia hidrográfica como a “área abrangida por um rio ou por um sistema fluvial composto por um curso principal e os seus tributários”. O mesmo autor cita ainda, que o rio com seu talvegue ordena os processos de formação do vale fluvial, embora sua influência direta esteja restrita à calha e à planície de inundação. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas. O vale fluvial representa uma depressão alongada (de extensão longitudinal) constituída por um ou mais talvegues e duas vertentes (ou macrovertentes) com sistemas de declive convergente e que pode ser compreendido como uma planície à beira do rio ou várzea.

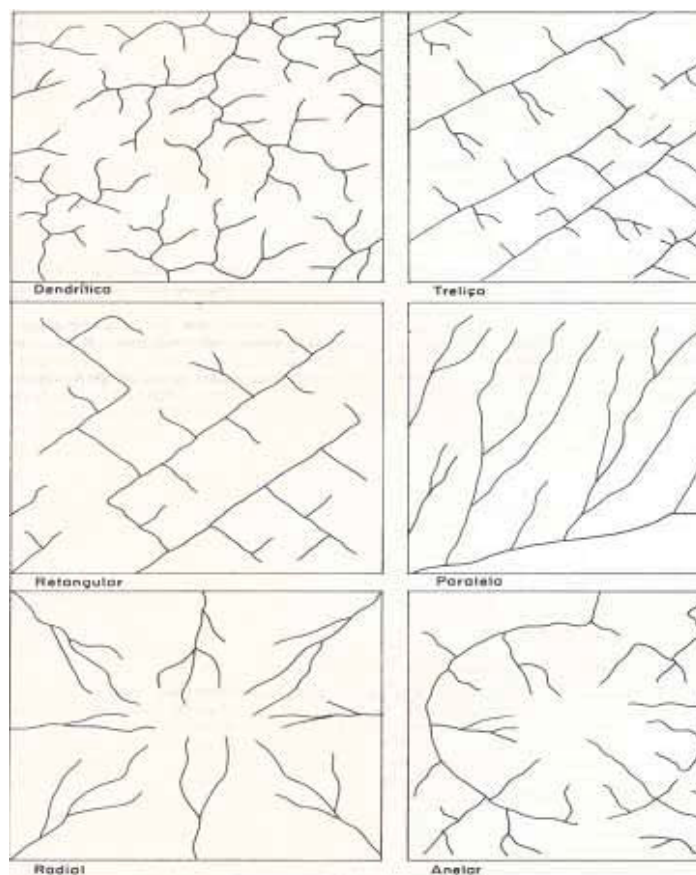
Christofolletti (1980) diz que a bacia de drenagem ou bacia hidrográfica é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados e é definida como sendo a áreas drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial.

O mesmo autor relata que as bacias hidrográficas podem ser classificadas segundo seu padrão de drenagem. O padrão de drenagem diz respeito ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região. Segundo suas características descritivas elas podem ser do tipo:

- a) Dendrítica: ou arborescente porque se assemelha à uma árvore. A presença de ângulos retos neste padrão de drenagem, constitui anomalias que se deve atribuir geralmente aos fenômenos tectônicos;
- b) Treliza: os rios principais da bacia correm em paralelo recebendo afluentes na direção transversal. Este padrão é encontrado em estruturas sedimentares homoclinais, em estruturas falhadas e nas cristas anticlinais;
- c) Retangular: é uma modificação da drenagem em treliza, mantendo o aspecto ortogonal com bruscas alterações retangulares nos cursos das correntes fluviais tanto nos rios principais quanto nos tributários;

- d) Paralela: ocorre quando os cursos d'água, sobre uma área considerável ou em numerosos exemplos sucessivos escoam quase paralelamente . Ocorre normalmente em áreas de declive acentuado ou onde existem controles estruturais que motivem a ocorrência deste espaçamento regular;
- e) Radial: onde as correntes dos rios se encontram dispostas como raios de uma roda em relação a um ponto central. As correntes podem divergir a partir um ponto (drenagem centrífuga) ou convergir para um ponto (drenagem centrípeta);
- f) Anelar: assemelha-se a anéis como os que se formam com o crescimento anual dos dendros de uma árvore;
- g) Desarranjadas ou irregulares: são as que foram desorganizadas por bloqueio ou erosão, locais onde a drenagem ainda não conseguiu se organizar.

FIGURA 16 -Tipos de bacia hidrográfica



Fonte: Christofolletti, (1980).

Loch (2001) afirma ainda que as bacias hidrográficas podem ser analisadas por suas características quantitativas tais como:

- 1) Área: determinação da área da figura geométrica que representa a bacia;
- 2) Comprimento dos rios: é relativo à determinação do comprimento total do curso d'água;
- 3) Densidade: é a relação entre o comprimento total dos cursos d'água sobre a área total da bacia;
- 4) Frequência: é a relação entre o número de rios sobre a área da bacia.

Em um perfil urbanístico, um rio exerce o papel fundamental no arranjo espacial proporcionando uma série de características próprias como também riscos explícitos de inundações em determinadas áreas.

Nas áreas rurais, uma bacia hidrográfica sofre as influências das práticas agrícolas e de outros usos do solo, que causam efeitos como erosão e conseqüente aporte de sedimentos nos rios.

4.4 UNIDADE ESPACIAL DE PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

A questão da delimitação unidade espacial ainda permanece indefinida quanto a critérios, metodologia e escalas apropriadas para o estudo de diversos tipos de interferência modificadoras do ambiente.

Para definir a unidade espacial, deve-se partir de considerações quanto à complexidade local e abrangência e o núcleo dos principais problemas regionais, escalas necessárias para avaliar as questões ambientais e tamanho das unidades ambientais envolvidas. Porém independentemente destes fatores de influência sobre o meio é comum que a equipe planejadora defina a bacia hidrográfica – um espaço desenhado pela natureza – como unidade de trabalho.

O critério de bacia hidrográfica é comumente usado porque constitui um sistema natural delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde as interações, pelo menos físicas, são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas. Esta unidade territorial é entendida como uma unidade geográfica onde os recursos naturais se integram. Além disso, constitui-se numa unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização. Sendo assim, é um limite nítido para ordenação territorial, considerando que não há qualquer terra, por menor que seja que não se integre a uma e a apenas uma bacia hidrográfica; e quando o problema central é a água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção.

No Brasil, a seleção da Bacia Hidrográfica como área de trabalho para avaliação ambiental está assumida em muitos estudos acadêmicos, planejamentos oficiais e pelo menos em um ato legal – a Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 001/86 – que no artigo 5º item III, declara: “...definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetadas pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando em todos os casos a bacia hidrográfica onde se localiza.”

De acordo com Santos(2004), a discussão assim se define: Em alguns planejamentos que enfocam recursos hídricos, a água vêm sendo vista como um bem renovável da natureza, que circula continuamente da atmosfera ao subsolo ora como um ecossistema. Sobre a visão ecossistêmica, a definição de uma área de estudo que abrangesse fragmentos naturais interativos do território era considerada difícil, até a proposição da bacia hidrográfica como unidade básica de trabalho. Assim sob ambas as perspectivas, apesar das diferenças conceituais é comum a proposta de gestão da água a partir da bacia hidrográfica tal como ela é definida hidrologicamente, ou seja, área de contribuição da drenagem natural.

A mesma autora ainda considera que de forma geral, o tamanho da bacia hidrográfica em estudo tem influência sobre os resultados. Assim, bacias hidrográficas menores, facilitam a gestão, seja por razões técnicas (como tornar mais simples e efetiva a espacialização dos dados) seja por razões estratégicas, pela maior facilidade de garantir a participação popular e individualizar os problemas principais, que se tornam mais centralizados ou limitados. Como artifício pode-se dividir uma bacia hidrográfica em unidades menores por definição, *a priori*, das potencialidades, fragilidades, acertos e conflitos centrados na característica desta área. Dessa maneira, setoriza-se a bacia de acordo com um critério estabelecido, cujas partes podem ou não coincidir com as bacias hidrográficas componentes da área de estudo. Sem dúvida esta unidade espacial é fundamental na definição do plano inicial de trabalho. Não há quem questione, tecnicamente, a utilização da bacia hidrográfica como unidade de trabalho. Entretanto, estabelecer como princípio que o limite definitivo da área de estudo é a bacia hidrográfica, pode se tornar extremamente inadequado. Os técnicos devem reconhecer que este espaço natural há muito tempo inexistente quando se observam as variáveis sociais, econômicas, políticas e culturais. Não se pode deixar de considerar que a diversidade de variáveis que conduzem a expansão espacial do campo e das cidades, mesmo das que surgiram às margens de cursos d'água, define novos desenhos hidrográficos, com novas paisagens. Em suma as atividades e atitudes humanas não

obedecem a critérios ou limites físicos, nem mesmo estão em escalas apropriadas a uma representação cartográfica. Nesta direção, outros espaços devem ser analisados.

A autora ainda segue sua linha considerando que quando a bacia hidrográfica torna-se o espaço das funções urbanas ou do campo, a complexidade aumenta, pela diversificação de produtores e consumidores, pelo aumento das relações intrínsecas e pela sua dependência de fontes externas, criando uma malha que comumente transcende o território da bacia. O coordenador de uma equipe de planejamento não pode perder de vista que ao definir uma área de referência ao estudo, deve antes reconhecer e sistematizar a complexa teia de cada região. Para expressar esta complexidade podem-se, por exemplo, utilizar representações do meio como sistema aberto aos fluxos de energia e materiais, bem como à migração de organismos. Muitas vezes se observa unidades homogêneas em um determinado território, facilmente identificadas como por exemplo manchas contínuas em áreas agrícolas ou o padrão de distribuição da população, que não coincidem com os limites da bacia, dessa forma são mal interpretados, principalmente no que diz respeito à compreensão da dinâmica do meio. Observe que a unidade natural “bacia hidrográfica” não contém em seus limites todas as relações que se impõem diante das necessidades e dos anseios dos grupos sociais atuantes no seu espaço. Por exemplo, as interações espaciais representadas pelos fluxos de bens e serviços, ou anseios de expansão do setor ecoturístico podem transcender os limites da bacia hidrográfica. Sob estes aspectos, não se pode aceitar a rigidez de um meio natural como área de gestão ambiental.

Santos(2004) ainda diz que quando se trata de espaços urbanos, mesmo o desenho técnico do circuito das águas é bastante complexo. Deve-se considerar que ale dos cursos d'água naturais, ocorrem as redes hídricas estabelecidas pela distância entre o ponto de captação e o de consumo humano. Também são produzidos espelhos d'água para o lazer da população, independentemente de sua localização, ou são realizadas transposições de água para oferecer o recurso. Assim, diferentes redes (natural e produzidas por tecnologia) somam-se e o resultado, com freqüência, ultrapassa os limites da rede natural, confundindo o natural com o construído. Os setores públicos brasileiros de gestão reconhecem por conceito que a bacia hidrográfica é a área de estudo, pois relatam com grande freqüência que ela é a unidade básica de interesse, porém a prática aponta em outra direção. O gerenciamento de recursos naturais tem sido segmentado para melhor atender as demandas dos vários setores da administração pública. Trabalhar com a área de bacia hidrográfica traz ainda um outro impasse, de ordem técnica, que não pode ser desconsiderado: os dados sócio-econômicos, censitários, de infra-estrutura e estatísticos estão geralmente disponíveis por município, que, freqüentemente não

obedece aos limites das bacias hidrográficas. Neste caso o diagnóstico divide-se em meio natural e sócio-econômico, dificultando a sobreposição espacial dos dados e a interpretação da cadeia de relações no meio. Estes paradoxos conduzem a uma conclusão: o espaço de trabalho é diverso e a gestão ambiental deve flexibilizar seus limites de forma a considerar as inter-relações nos seus diversos níveis. Desta forma, conclui-se que deve-se definir a área de estudo caso a caso em função de suas características, dados disponíveis e objetivos pretendidos.

5 PARADIGMAS DE GESTÃO AMBIENTAL3

Paradigma é a representação do padrão de modelos a serem seguidos. É um pressuposto filosófico matriz, ou seja, uma teoria, um conhecimento que origina o estudo de um campo científico; uma realização científica com métodos e valores que são concebidos como modelo; uma referência inicial como base de modelo para estudos e pesquisas.

A fim de confirmar estas afirmações, para os fins desta tese, considera-se como referência as citações de Santos(2004), para confirmar o embasamento da considerações dos paradigmas de planejamento ambiental que vêm a subsidiar a gestão ambiental.

5.1 ÁREA

Segundo Santos (2004), Em planejamento ambiental costuma-se interpretar um conjunto de informações regionais referenciadas no espaço e apreendidas de maneira holística. Metodologicamente, esta concepção exige, a princípio, uma definição da unidade espacial de trabalho, a partir da compreensão da área que contenha as interações e pressões sobre os sistemas naturais ou criados pelo homem. A definição desta área é uma tarefa extremamente complexa, não só pela dificuldade em delimitar a área de contenção de impactos, de pressões ou fenômenos, como, também, pela variedade de escalas necessárias para avaliação dos núcleos-alvo focados. É comum, por exemplo, que forças políticas locais desdenhem os problemas principais e tornem seus interesses a questão chave para o debate. Esta prática acaba, erroneamente definindo áreas e escalas que direcionam tomadas de decisão inapropriadas.

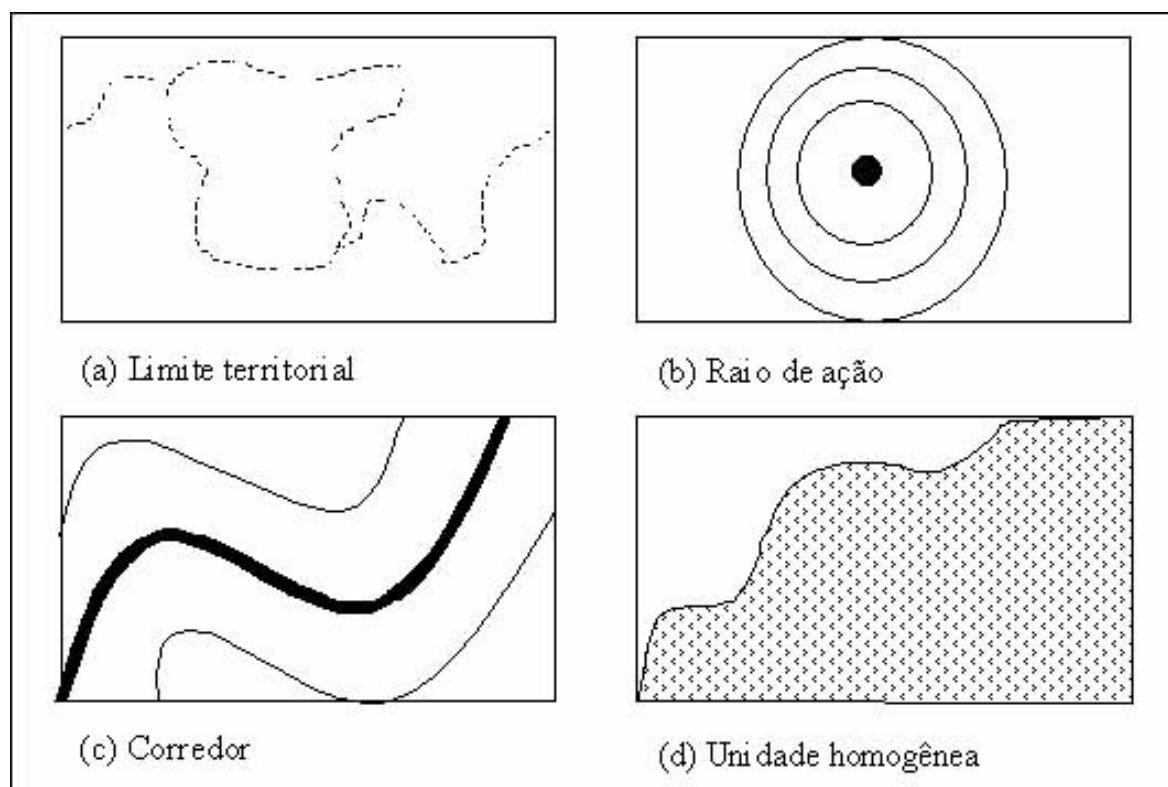
Existem diferentes estratégias para definição de áreas de estudo. Os planos diretores, por exemplo, quando se referem direta ou exclusivamente ao município, adotam os limites territoriais legais e restringem os cenários e propostas a este espaço. Quando se objetiva uma atividade ou um conjunto de atividades que ocorrem de forma concentrada, como um distrito industrial, pode-se usar raios ou polígonos em torno do ponto central, chamados raios de ação. Nesta estratégia, admite-se a ocorrência de áreas concêntricas de interferência de diferentes magnitudes. Se visar territórios ou atividades em extensão linear, como estradas, linhas de transmissão ou matas ciliares, pode-se utilizar como estratégia áreas em corredor, ou corredores que abrangem uma faixa marginal às atividades e aos padrões de paisagem que se pretende gerir. Outras vezes em regiões que apresentam território bem definido em função de relações e dinâmicas próprias, a estratégia é adotar os próprios limites destas áreas como unidades

homogêneas de trabalho, definidas por diferentes estratégias e estudadas em diferentes escalas. Assim, pode-se somar áreas de bacia hidrográfica, limites legais, corredores, microbacias complementares unidades homogêneas ou áreas de fluxo de serviços, de acordo com objetivos e abrangência escalas da proposta de gestão.

Os estudos de impacto ambiental referem-se à análise separada de depois somada de três áreas de estudo: área de influência direta, indireta e regional. De forma geral, a área de influência direta refere-se a raios de ação ou área homogênea que engloba o empreendimento em estudo e a de influência indireta, como bacia hidrográfica. A área de influência regional pode ser representada das mais diferentes formas: dos limites legais dos municípios, às faixas de fluxo de comércio exterior. Em gestão ambiental, quase sempre é necessário realizar aproximações sucessivas de escalas e áreas de trabalho, pois deve haver correspondência entre os fenômenos e suas dimensões e grandezas.

Um grande erro em gestão ambiental é trabalhar isoladamente diferentes espaços territoriais com técnicos de diferentes áreas de conhecimento. Os técnicos tendem a considerar como produto final integrado a soma dos dados que podem ser espacialmente sobrepostos, sendo que as áreas que não se encontram nesta regra são tratadas apenas no tema original. Esta estratégia retrata uma equipe desintegrada e raramente os resultados serão consistentes.

FIGURA 17 - Tipos de área de estudo



Fonte: Santos (2004), modificado

5.2 ESCALA

Os planejamentos ambientais classificam e ordenam o meio utilizando-se de métodos que dividem ou integram um dado espaço. Trabalha as informações em diferentes graus de organização e complexidade, que devem ser estudados como um sistema em si mesmo. Cada abordagem tem um aprofundamento com seus elementos componentes e fenômenos atuantes e corresponde a uma representação da dimensão espacial e temporal das informações sobre o meio, ou seja, tem uma escala. Espera-se que cada fenômeno elemento ou dado do meio que seja representado por distâncias que reproduzam suas dimensões reais e pelo período que incidem e compartilham o espaço.

Numa escala espacial, é necessário interpretar não só a extensão territorial onde o dado vigora como também as circunstâncias em que ele ocorre em cada ponto do espaço ocupado. A escolha da escala correta é difícil, principalmente devido à carência de trabalhos que discutam as bases teóricas para esta escolha. Se a forma de interpretação for o mapeamento, o desafio é determinar a escala que ditará o quanto a extrapolação poderá ser feita sem perder a representação da heterogeneidade dos sistemas componentes. Deve-se definir o nível de detalhes condizente com os objetivos propostos e instrumentos selecionados e conduzir as alternativas viáveis e implementáveis. Uma preocupação básica para escolha da escala de trabalho ou para entender como a informação pode ser transferida, está em determinar o que poderá ou não ser ignorado como informação espacial, ou seja, definir as informações imprescindíveis e as desnecessárias. Deve-se ainda atentar para os níveis de organização, representação da heterogeneidade espacial, medidas de direção, distâncias, formas, texturas e geometrias dos elementos componentes do meio. Não se pode deixar de ressaltar que, os conceitos de heterogeneidade e homogeneidade são dependentes da escala, pois a variação da natureza dos componentes do meio pode ou não se expressar através dela. Constitui ainda como um critério para a seleção da ou das escalas a estrutura e a função da área de estudo, pois podem também ser percebidas diferentemente em diferentes escalas.

Existem muitas indicações sobre escalas ideais para interpretação dos espaços geridos. É de maior consenso que as escalas maiores possibilitam maior detalhe da informação ao passo que escalas menores, embora diminuam o tempo e o custo para o levantamento dos dados, generalizam e agrupam melhor as informações. A melhor escala, apresenta-se definida em literatura sob diversos pontos de vista que podem gerar conflitos pelas diferenças de interpretação. Pode-se observar no quadro 1 as relações

entre áreas de estudo e as escalas adotadas no Brasil no que concerne planejamento ambiental.

Quadro 1 – Relações de comum ocorrência no Brasil entre abrangência territorial e escalas adotadas em planejamento.

Território a ser planejado	Escala adotada
Área de bacia hidrográfica	De 1:1.000.000 até 1:5.000
Território nacional	De 1:5.000.000 até 1:500.000
Área de influência regional	De 1:1.000.000 até 1:250.000
Área de influência indireta	De 1:100.000 até 1:50.000
Área de influência direta	De 1:50.000 até 1:5.000
Área de ação estratégica	De 1:500.000 até 1:10.000
Limites municipais	De 1:100.000 até 1:50.000
Raios de ação	De 1:100.000 até 1:2.000
Corredores	De 1:100.000 até 1:2.000
Áreas de reassentamentos	De 1:25.000 até 1:2.000
Cadastro	De 1:1.000.000 até 1:500

Fonte: Santos (2004) - modificado

5.3 TEMPO

O planejamento ambiental não pode ser feito a partir de uma leitura estática do ambiente. Ele deve compreender os processos continuados que resultaram na apropriação dos recursos. Em gestão ambiental o tempo é uma escala objetiva de análise que deve situar o presente, o passado e o futuro do espaço diagnosticado. A interpretação dos fenômenos do meio através do tempo visa a responder o que, onde, quando e quanto e por que estão ocorrendo se estiverem ocorrendo mudanças. Usualmente o tempo é representado por meio da construção de cenários que nada mais são do que interpretações de momentos em uma paisagem dentro de uma escala temporal, visando auxiliar os agentes de gestão a compreender a dinâmica da área e os eventuais problemas de gestão ambiental conseqüentes. O tempo, ainda deve ser considerado em termos de considerar a diferença entre a escala de tempo de ocorrência de um fenômeno e a escala de tempo de resposta de um organismo em relação a ele.

6 MATERIAIS E MÉTODO

6.1 MATERIAL UTILIZADO

- a) Computador com processador de 4GHz de velocidade, 1GB de memória RAM, disco rígido de 120 GB, gravador de CD e DVD e entradas USB;
- b) Notebook com processador de 1GHz de velocidade, 256 MB de memória RAM, disco rígido de 20 GB, leitor de CD e DVD e entradas USB;
- c) Mídias CD e DVD;
- d) Pen drive com 512 MB;
- e) Software ENVI (*Environment for Visualizing Images*) versão 3.6, para processamento digital de imagens;
- f) Microsoft Office Word 2000 para edição de textos;
- g) Microsoft Office Excel 2000 para elaboração de planilhas eletrônicas;
- h) Microsoft Office Power Point 2000 para a apresentação da tese;
- i) Arc GIS 8.3 para edição de mapas;
- j) Imagem da ilha de Santa Catarina, QUICKBIRD do ano de 2003;
- k) Imagem da ilha de Santa Catarina, SPOT V do ano de 2003;
- l) Material de escritório;
- m) GPS

6.2 MÉTODO

6.2.1 PROBLEMÁTICA

Desenvolver um método de determinar a utilidade de sensores para fins de gestão ambiental, baseado na metodologia de árvore de decisão, a partir da lógica clássica com decisão binária, considerando as especificações dos alvos quanto às suas características físico-químicas e restrições quanto aos paradigmas de gestão ambiental detalhados no capítulo 5 (área, escala e tempo) e as especificações dos sensores referentes principalmente as suas resoluções. A intenção é a atualização da feição hidrografia no distrito do Campeche, tendo como insumo e resultado cartografia na escala 1:15.000.

6.2.2 ÁRVORE DE DECISÃO E ÁRVORE DE CLASSIFICAÇÃO

A árvore de decisão consiste de uma hierarquia de nós internos e externos que são conectados por ramos. O nó interno, também conhecido como nó decisório ou nó intermediário, é a unidade de tomada de decisão que avalia através de teste lógico qual será o próximo nó descendente ou filho. Em contraste, um nó externo (não tem nó descendente), também conhecido como folha ou nó terminal, está associado a um rótulo ou a um valor.

Em geral, o procedimento de uma árvore de decisão é o seguinte: apresenta-se um conjunto de dados ao nó inicial (ou nó raiz que também é um nó interno) da árvore; dependendo do resultado do teste lógico usado pelo nó, a árvore ramifica-se para um dos nós filhos e este procedimento é repetido até que um nó terminal é alcançado. A repetição deste procedimento caracteriza a recursividade da árvore de decisão. No caso das árvores de decisão binária, cada nó intermediário divide-se exatamente em dois nós descendentes: o nó esquerdo e o nó direito. Quando os dados satisfazem o teste lógico do nó intermediário seguem para o nó esquerdo e quando não satisfazem seguem para o nó direito. Logo, uma decisão é sempre interpretada como verdadeira ou falsa. Deve ser mencionado que, restringimos a nossa descrição de divisão para árvores binárias, pois estas serão empregadas nesta tese.

Chama-se de variável decisória a variável de entrada que levará a uma nova divisão da árvore de decisão, em relação a um possível valor. O aprendizado de uma árvore de decisão é supervisionado, na qual a função aprendida é representada por uma árvore de decisão. As árvores treinadas podem ser representadas como um conjunto de regras “Se-Então” para melhoria da compreensão e interpretação.

As árvores de decisão são estudadas em vários campos de pesquisa como ciências sociais, estatística, engenharia e inteligência artificial. Atualmente, elas têm sido aplicadas, com sucesso, em um enorme campo de tarefas desde diagnóstico de casos médicos até avaliação de risco de crédito de requerentes de empréstimo. Árvores de decisão usadas para problemas de classificação são chamadas de Árvores de Classificação. Nas árvores de classificação, cada nó terminal ou folha contém um rótulo que indica a classe predita para um determinado conjunto de dados. Neste tipo de árvore pode existir dois ou mais nós terminais com a mesma classe.

Existem dois aspectos que merecem destaques em uma árvore de decisão, o crescimento e a poda. As árvores de decisão são construídas usando um algoritmo de partição recursiva. Este algoritmo constrói uma árvore por divisões recursivas binárias que começa no nó raiz e desce até os nós folhas. Têm-se dois fatores principais no

algoritmo de partição: a forma para selecionar uma divisão para cada nó intermediário (Crescimento) e uma regra para determinar quando um nó é terminal (Poda).

Para o desenvolvimento da tese, foi adotada a árvore de decisão a fim de classificar os sensores em relação aos aspectos de gestão ambiental abordados. Desta forma, detalha-se a seguir os dados, as variáveis e as funções utilizados tendo em vista construir a árvore de decisão decorrente deste processo.

FIGURA 18 - Árvore de decisão – Escala



FIGURA 19 - Árvore de decisão – Tempo

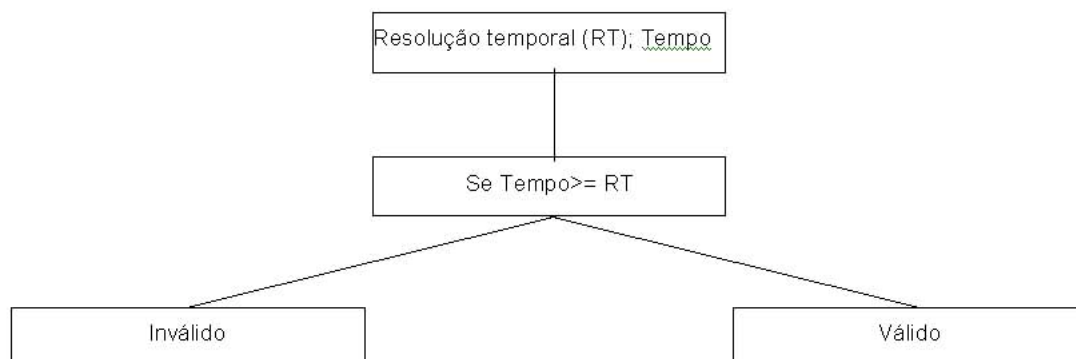


FIGURA 20 - Árvore de decisão – Mapeamento

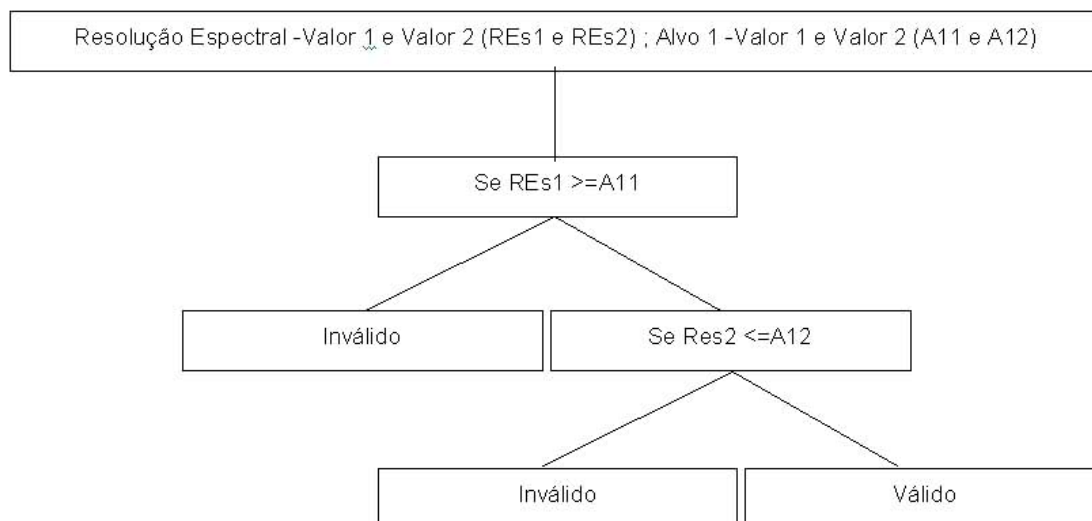
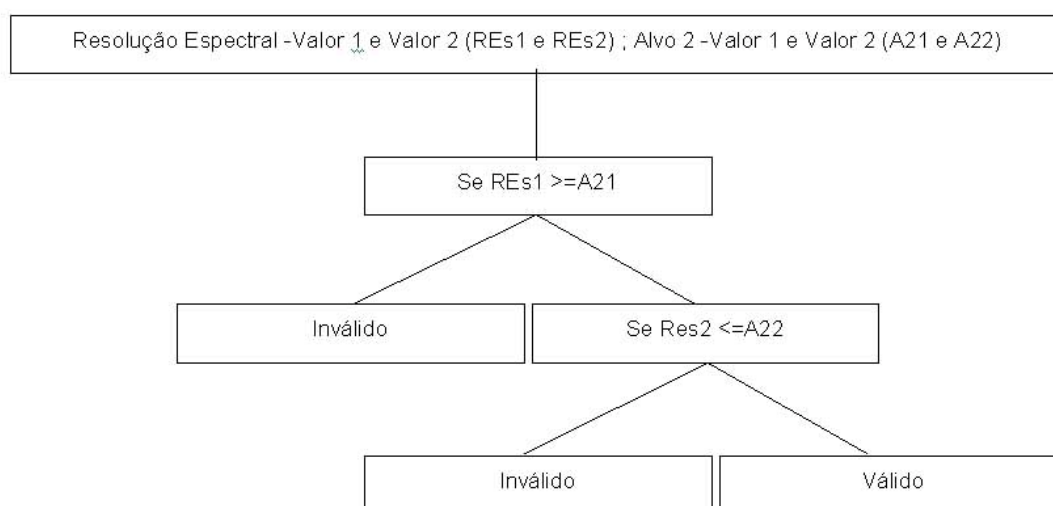


FIGURA 21 - Árvore de decisão – Delineamento



6.2.3 ESTRUTURAR TABELA DE INFORMAÇÕES A SEREM INSERIDAS PELO USUÁRIO

No desenvolvimento desta tese, serão apenas consideradas as especificações dos sensores passivos detalhados no capítulo 3 desta compilação. Desta forma, serão desconsideradas as características relevantes ao objeto de estudo (água), quando submetido a levantamentos utilizando-se sensores ativos.

O usuário deverá inserir os dados referentes aos seus alvos e objeto de estudo vinculado às suas características físicas, bem como às restrições referentes aos paradigmas de gestão ambiental, detalhados no capítulo 5 desta tese.

Deve-se ainda considerar como valor 1 ao valor numericamente mais baixo referente ao intervalo de uma das resoluções e valor 2 ao valor mais baixo. Se houver apenas um valor, este fará parte das colunas valor 1 e valor 2.

6.2.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Segundo Robin (1995), a água pura tem uma resposta espectral característica: sua reflectância é elevada no intervalo espectral correspondente à luz azul, diminui no verde, é fraca no vermelho e quase nula no infravermelho próximo. Na realidade, a água absorve inteiramente a radiação do infravermelho próximo incidente já nos primeiros milímetros da coluna d'água.

Desta forma, a fim de atender às exigências do método, venho por considerar:

Alvo 1 - Variação da resolução espectral da água para fins de mapeamento de corpos d'água: de 440 nanômetros até 740 nanômetros;

Alvo 2 - Variação da resolução espectral da água para fins de delineamento de corpos d'água: de 740 nanômetros até 900 nanômetros;

Geral - Se algum dos alvos for visível em qualquer intervalo compreendido entre 400 nanômetros e 900 nanômetros, considera-se também ao aplicar o método exclusivamente nos sensores pancromáticos.

De acordo com estas considerações, os dados de entrada na planilha são:

Planilha entrada

C6= Resolução Espectral valor 1 para Alvo 1

C7= Resolução Espectral valor 1 para Alvo 2

C8= Resolução Espectral valor 1 para Geral

D6= Resolução Espacial valor 2 para Alvo 1

D7= Resolução Espacial valor 2 para Alvo 2

D8= Resolução Espectral valor 2 para Geral

6.2.3.2 PARADIGMA – ÁREA

Neste caso, em particular, como não está considerado o custo de aquisição dos produtos, a área não tem relevância, portanto, nem está diretamente contemplada neste

método. Está sim, indiretamente contemplada, pois foi determinada através de divisão política, como discutido no item 5.1 desta compilação. Caso isto não venha a ser a situação, dever-se-á considerar o custo e a disponibilidade por cena ou quadrantes, bem como a faixa imageada.

6.2.3.3 PARADIGMA – ESCALA

Segundo LIU (2007) a finalidade básica de um mapa, representação gráfica no papel ou no computador, é fornecer as informações específicas a respeito da área mapeada para o usuário. A escala é definida como uma distância desenhada no mapa representando uma distância real existente na superfície terrestre. Os cartógrafos definem por convenção, que a representação de uma distância mínima distinguível entre dois pontos em um mapa é de 0,2 mm. Portanto, um milímetro de distância em um mapa, deve incluir cinco pontos de uma informação registrada. A escala de mapa permite realizar as transformações de dimensões gráficas em dimensões reais sem efetuar os cálculos.

Desta forma, para elaboração e desenvolvimento deste método, será utilizada esta convenção para determinar a maior escala de trabalho para cada sensor em função de sua resolução espacial.

6.2.3.4 PARADIGMA – TEMPO

Neste caso, em especial, considera-se uma leitura estática, e para fins de valores, arbitra-se a existência de ao menos uma imagem no período de um ano.

6.2.4 ESTRUTURAR TABELA DE ESPECIFICAÇÃO DE SENSORES

Para estruturar a tabela contendo a especificação dos sensores, levou-se em consideração as resoluções dos sensores, para que possam vir a ser comparadas com as exigências pressupostas pelos paradigmas anteriormente definidos.

Conforme realizado na etapa de estruturar a tabela de informações a ser inseridas pelo usuário considera-se como valor 1 ao valor numericamente mais baixo referente ao intervalo de uma das resoluções e valor 2 ao valor mais baixo. Se houver apenas um valor, este fará parte das colunas valor 1 e valor 2.

6.2.5 ESTRUTURAR PLANILHA ELETRÔNICA

Planilha eletrônica é uma tabela (matriz) organizada em linhas e colunas onde cada elemento de intersecção, que é chamado de célula, pode armazenar números, textos ou fórmulas. Uma fórmula é uma expressão composta de operadores aritméticos, funções, constantes e referências a outras células da planilha. Quando um dado é

armazenado numa célula ele é apresentado como valor daquela célula. Quando uma fórmula é armazenada numa célula, o valor apresentado para a célula é o resultado da avaliação desta fórmula.

Na medida em que o valor do conteúdo de uma célula é modificado o resultado de todas as fórmulas que incluem uma referência a esta célula, é então atualizado. Com os recursos conhecidos até então, é possível criar planilhas de cálculo bastante úteis para vários tipos de trabalhos.

Funções são geradores de valores co pré-definidos, com critério específico, que recebem valores como argumentos e retornam um único valor como resultado da execução da função. Os argumentos podem ser valores constantes, referência para uma célula, referência para um intervalo de células, nomes de intervalos de células ou uma outra função com seus próprios argumentos – quando uma função é argumento de outra o que passa como argumento é o valor retornado do cálculo da função-argumento.

As planilhas eletrônicas possuem diversas funções prontas (pré-definidas) que se pode utilizar a qualquer momento numa fórmula. As funções auxiliam e aumentam o poder de utilização das fórmulas.

Algumas das muitas funções pré-definidas numa planilha são:

- a) SOMA(arg_1; arg_2; ...; arg_n) – retorna a soma todos os números indicados pelos argumentos. Os argumentos podem ser: constantes numéricas, conteúdo de células e conteúdos de intervalos de células.
- b) MÍNIMO(arg_1; arg_2; ...; arg_n) – retorna o valor mínimo de um conjunto de valores numéricos. Textos e valores lógicos são ignorados.
- c) MÁXIMO(arg_1; arg_2; ...; arg_n) – retorna o valor máximo de um conjunto de valores numéricos. Textos e valores lógicos são ignorados.
- d) **SE(teste_lógico; valor_se_VERDADEIRO; valor_se_FALSO) – retorna valor_se_VERDADEIRO se a condição especificada pelo teste_lógico for VERDADEIRO ou retorna valor_se_FALSO, caso contrário.**
- e) E(arg_1; arg_2; ...; arg_n) – retorna VERDADEIRO, se todos os argumentos forem VERDADEIRO; retorna FALSO, se pelo menos um argumento for FALSO.
- f) OU(arg_1; arg_2; ...; arg_n) – retorna VERDADEIRO, se pelo menos um argumento for VERDADEIRO; retorna FALSO, se todos os argumentos forem FALSO.

g) NÃO(arg) – retorna o valor lógico invertido do argumento - retorna VERDADEIRO, se o argumento for FALSO; retorna FALSO, se o argumento for VERDADEIRO.

A planilha eletrônica utilizada para desenvolver o método foi Excel 2000, principalmente, por fazer parte do software Office, difundido em todo o mundo. Sua estrutura para que atendesse a árvore de decisão descrita no item 6.2.5, apresenta-se da seguinte forma:

a) Planilha sensores

H4= Resolução Espacial valor 2

J4= Resolução Temporal valor 2

E4= Resolução Espectral valor 1

F4= Resolução Espectral valor 2

b) Planilha escala

D4= sensores!H4*1000/0,2

=SE(D4<=entrada!\$D\$4;"válido";"inválido")

c) Planilha tempo

E4=sensores!J4

=SE(D4<entrada!\$D\$5;"válido";"inválido")

d) Planilha especmap

E4=sensores!E4

F4=sensores!F4

=SE(E4>=entrada!\$C\$6;SE(F4<=entrada!\$D\$6;"válido";"inválido");"inválido")

e) Planilha especdelin

E4=sensores!E4

F4=sensores!F4

=SE(E4>=entrada!\$C\$7;SE(F4<=entrada!\$D\$7;"válido";"inválido");"inválido")

f) Planilha resultado

D2=escala!E4

E2=tempo!F4

F2=especmap!G4

G2=especdelin!H4

(map)=SE(D2="válido";SE(E2="válido";SE(F2="válido";"OK";"NÃO");"NÃO");"NÃO")

(delin)=SE(D2="válido";SE(E2="válido";SE(G2="válido";"OK";"NÃO");"NÃO");"NÃO")

g) Planilha sensores_pan

H4= Resolução Espacial valor 2

J4= Resolução Temporal valor 2

E4= Resolução Espectral valor 1

F4= Resolução Espectral valor 2

h) Planilha escala_pan

D4= sensores_pan!H4*1000/0,2

=SE(D4<=entrada!\$D\$4;"válido";"inválido")

i) Planilha tempo_pan

E4=sensores_pan!J4

=SE(D4<entrada!\$D\$5;"válido";"inválido")

j) Planilha especmap_pan

E4=sensores_pan!E4

F4=sensores_pan!F4

=SE(E4>=entrada!\$C\$6;SE(F4<=entrada!\$D\$6;"válido";"inválido");"inválido")

k) Planilha especdelin_pan

E4=sensores_pan!E4

F4=sensores_pan!F4

=SE(E4>=entrada!\$C\$7;SE(F4<=entrada!\$D\$7;"válido";"inválido");"inválido")

l) Planilha resultado_pan

D2=escala_pan!E4

E2=tempo_pan!F4

F2=especmap_pan!G4

G2=especdelin_pan!H4

(map)=SE(D2="válido";SE(E2="válido";SE(F2="válido";"OK";"NÃO");"NÃO");"NÃO")

(delin)=SE(D2="válido";SE(E2="válido";SE(G2="válido";"OK";"NÃO");"NÃO");"NÃO")

6.2.6 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Ao aplicar todos os passos até agora detalhados, as especificações do alvo e as especificações dos sensores na pasta que contem as planilhas, obteremos como objetos as planilhas:

a) Planilha dos dados de entrada (entrada)

Água

	UNIDADE	VALOR 1	VALOR 2
PROBLEMÁTICA			
ESCALA	(1: x)	15.000	15.000
TEMPO	(d)	365	365
ALVO 1	mapeamento	440	740
ALVO 2	delineamento	740	900
PAN	geral	400	900

b) Planilha das especificações dos sensores (sensores)

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	multiespectral	450	520	2,1	2,8	1	3,5
2	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	multiespectral	520	600	2,1	2,8	1	3,5
3	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	multiespectral	630	690	2,1	2,8	1	3,5
4	IKONOS	CÂMARA CCD	azul	450	520	4	4	1,5	1,5
5	IKONOS	CÂMARA CCD	verde	520	600	4	4	1,5	1,5
6	IKONOS	CÂMARA CCD	vermelho	630	690	4	4	1,5	1,5

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
7	IKONOS	CÂMARA CCD	infravermelho próximo	760	900	4	4	1,5	1,5
8	ORBVUE	SEAWIFS	1	402	422	1100	1100	1	1
9	ORBVUE	SEAWIFS	2	433	453	1100	1100	1	1
10	ORBVUE	SEAWIFS	3	480	500	1100	1100	1	1
11	ORBVUE	SEAWIFS	4	500	520	1100	1100	1	1
12	ORBVUE	SEAWIFS	5	545	565	1100	1100	1	1
13	ORBVUE	SEAWIFS	6	660	680	1100	1100	1	1
14	ORBVUE	SEAWIFS	7	745	785	1100	1100	1	1
15	ORBVUE	SEAWIFS	8	845	885	1100	1100	1	1
16	ORBVUE	ORBVUE 3	multiespectral	450	520	4	4	1	1
17	ORBVUE	ORBVUE 3	multiespectral	520	600	4	4	1	1

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
18	ORBVVIEW	ORBVVIEW 3	multiespectral	625	695	4	4	1	1
19	ORBVVIEW	ORBVVIEW 3	multiespectral	760	900	4	4	1	1
20	SPOT	HRV	pan	500	730	10	10	26	26
21	SPOT	HRV	xs1	500	590	20	20	26	26
22	SPOT	HRV	xs2	610	680	20	20	26	26
23	SPOT	HRV	xs3	780	890	20	20	26	26
24	SPOT	HRVIR	monoespectral	610	680	10	10	26	26
25	SPOT	HRVIR	b1	500	590	20	20	26	26
26	SPOT	HRVIR	b2	610	680	20	20	26	26
27	SPOT	HRVIR	b3	780	890	20	20	26	26
28	SPOT	HRVIR	mir	1580	1750	20	20	26	26
29	SPOT	HRG	Pa e supermode	480	710	5	5	26	26

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
30	SPOT	HRG	b1	500	590	10	10	26	26
31	SPOT	HRG	b2	610	680	10	10	26	26
32	SPOT	HRG	b3	780	890	10	10	26	26
33	SPOT	HRG	swir	1580	1750	10	10	26	26
34	SPOT	HRS	pa	490	690	10	10	26	26
35	SPOT	VEGETATION	b0	430	470	1000	1000	1	1
36	SPOT	VEGETATION	b2	610	680	1000	1000	1	1
37	SPOT	VEGETATION	b3	780	890	1000	1000	1	1
38	SPOT	VEGETATION	mir	1580	1750	1000	1000	1	1
39	TERRA	ASTER	swir	1600	2500	30	30	s.d.	s.d.
40	TERRA	ASTER	tir	80	120	90	90	s.d.	s.d.
41	TERRA	MODIS	1	620	670	250	250	1	2

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
42	TERRA	MODIS	2	841	876	250	250	1	2
43	TERRA	MODIS	3	459	479	500	500	1	2
44	TERRA	MODIS	4	54	565	500	500	1	2
45	TERRA	MODIS	5	1230	1250	500	500	1	2
46	TERRA	MODIS	6	1628	1652	500	500	1	2
47	TERRA	MODIS	7	2105	2155	500	500	1	2
48	TERRA	MODIS	8	405	420	1000	1000	1	2
49	TERRA	MODIS	9	438	448	1000	1000	1	2
50	TERRA	MODIS	10	483	493	1000	1000	1	2
51	TERRA	MODIS	11	526	536	1000	1000	1	2
52	TERRA	MODIS	12	546	556	1000	1000	1	2
53	TERRA	MODIS	13	662	672	1000	1000	1	2

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
54	TERRA	MODIS	14	673	683	1000	1000	1	2
55	TERRA	MODIS	15	743	753	1000	1000	1	2
56	TERRA	MODIS	16	862	877	1000	1000	1	2
57	TERRA	MODIS	17	890	920	1000	1000	1	2
58	TERRA	MODIS	18	931	941	1000	1000	1	2
59	TERRA	MODIS	19	915	965	1000	1000	1	2
60	TERRA	MODIS	20	3660	3840	1000	1000	1	2
61	TERRA	MODIS	21	3929	3989	1000	1000	1	2
62	TERRA	MODIS	22	3929	3989	1000	1000	1	2
63	TERRA	MODIS	23	4020	4080	1000	1000	1	2
64	TERRA	MODIS	24	4433	4498	1000	1000	1	2
65	TERRA	MODIS	25	4482	4549	1000	1000	1	2

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
66	TERRA	MODIS	26	1360	1390	1000	1000	1	2
67	TERRA	MODIS	27	6535	6895	1000	1000	1	2
68	TERRA	MODIS	28	7175	7475	1000	1000	1	2
69	TERRA	MODIS	29	8400	8700	1000	1000	1	2
70	TERRA	MODIS	30	9580	9880	1000	1000	1	2
71	TERRA	MODIS	31	10780	11280	1000	1000	1	2
72	TERRA	MODIS	32	11770	12270	1000	1000	1	2
73	TERRA	MODIS	33	13185	13485	1000	1000	1	2
74	TERRA	MODIS	34	13485	13785	1000	1000	1	2
75	TERRA	MODIS	35	13785	14085	1000	1000	1	2
76	TERRA	MODIS	36	14085	14385	1000	1000	1	2
77	LANDSAT	MSS	4	500	600	80	80	18	18

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
78	LANDSAT	MSS	5	600	700	80	80	18	18
79	LANDSAT	MSS	6	700	800	80	80	18	18
80	LANDSAT	MSS	7	800	1100	80	80	18	18
81	LANDSAT	MSS	8	10400	12600	120	120	18	18
82	LANDSAT	TM	1	450	520	30	30	16	16
83	LANDSAT	TM	2	500	600	30	30	16	16
84	LANDSAT	TM	3	630	630	30	30	16	16
85	LANDSAT	TM	4	760	900	30	30	16	16
86	LANDSAT	TM	5	1550	1750	30	30	16	16
87	LANDSAT	TM	6	10400	12500	120	120	16	16
88	LANDSAT	TM	7	2080	2350	30	30	16	16
89	LANDSAT	ETM+	1	450	520	30	30	16	16

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
90	LANDSAT	ETM+	2	500	600	30	30	16	16
91	LANDSAT	ETM+	3	630	630	30	30	16	16
92	LANDSAT	ETM+	4	760	900	30	30	16	16
93	LANDSAT	ETM+	5	1550	1750	30	30	16	16
94	LANDSAT	ETM+	6	10400	12500	30	30	16	16
95	LANDSAT	ETM+	7	2080	2350	30	30	16	16
96	ERS	ATSR-1	multiespectral	1600	1600	1000	1000	3,35	176
97	ERS	ATSR-1	multiespectral	3700	3700	1000	1000	3,35	176
98	ERS	ATSR-1	multiespectral	10800	10800	1000	1000	3,35	176
99	ERS	ATSR-2	multiespectral	1600	1600	1000	1000	3,35	176
100	ERS	ATSR-2	multiespectral	3700	3700	1000	1000	3,35	176
101	ERS	ATSR-2	multiespectral	10800	10800	1000	1000	3,35	176

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
102	ERS	ATSR-2	multiespectral	550	550	1000	1000	3,35	176
103	ERS	ATSR-2	multiespectral	650	650	1000	1000	3,35	176
104	ERS	ATSR-2	multiespectral	870	870	1000	1000	3,35	176
105	ERS	MS	infravermelho	1580	1640	1000	1000	3,35	176
106	ERS	MS	infravermelho	3550	3930	1000	1000	3,35	176
107	ERS	MS	infravermelho	10400	11300	1000	1000	3,35	176
108	ERS	MS	infravermelho	11500	12500	1000	1000	3,35	176
109	ERS	GOME	ultravioleta	292	402	40000	40000	3	3
110	ERS	GOME	visível	402	597	40000	40000	4	4
111	ERS	GOME	visível	597	790	40000	40000	5	5
112	CBERS	CÂMARA CCD	AZUL	450	520	20	20	26	26

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
113	CBERS	CÂMARA CCD	verde	520	590	20	20	26	26
114	CBERS	CÂMARA CCD	vermelho	630	690	20	20	26	26
115	CBERS	CÂMARA CCD	infravermelho próximo	770	890	20	20	26	26
116	CBERS	IRMSS	infravermelho médio	1550	1750	80	80	26	26
117	CBERS	IRMSS	infravermelho médio	2080	2350	80	80	26	26
118	CBERS	IRMSS	IV termal	10400	12500	160	160	26	26
119	CBERS	WFI	vermelho	630	690	260	260	5	5
120	CBERS	WFI	infravermelho próximo	770	890	260	260	5	5

c) Planilha de cruzamento de dados referentes à escala (escala)

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
1	QUICKBIRD	10.500	14.000	válido
2	QUICKBIRD	10.500	14.000	válido
3	QUICKBIRD	10.500	14.000	válido
4	IKONOS	20.000	20.000	inválido
5	IKONOS	20.000	20.000	inválido
6	IKONOS	20.000	20.000	inválido
7	IKONOS	20.000	20.000	inválido
8	ORBVIEW	5.500.000	5.500.000	inválido
9	ORBVIEW	5.500.000	5.500.000	inválido
10	ORBVIEW	5.500.000	5.500.000	inválido
11	ORBVIEW	5.500.000	5.500.000	inválido
12	ORBVIEW	5.500.000	5.500.000	inválido
13	ORBVIEW	5.500.000	5.500.000	inválido

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
14	ORBVIEW	5.500.000	5.500.000	inválido
15	ORBVIEW	5.500.000	5.500.000	inválido
16	ORBVIEW	20.000	20.000	inválido
17	ORBVIEW	20.000	20.000	inválido
18	ORBVIEW	20.000	20.000	inválido
19	ORBVIEW	20.000	20.000	inválido
20	SPOT	50.000	50.000	inválido
21	SPOT	100.000	100.000	inválido
22	SPOT	100.000	100.000	inválido
23	SPOT	100.000	100.000	inválido
24	SPOT	50.000	50.000	inválido
25	SPOT	100.000	100.000	inválido
26	SPOT	100.000	100.000	inválido
27	SPOT	100.000	100.000	inválido

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
28	SPOT	100.000	100.000	inválido
29	SPOT	25.000	25.000	inválido
30	SPOT	50.000	50.000	inválido
31	SPOT	50.000	50.000	inválido
32	SPOT	50.000	50.000	inválido
33	SPOT	50.000	50.000	inválido
34	SPOT	50.000	50.000	inválido
35	SPOT	5.000.000	5.000.000	inválido
36	SPOT	5.000.000	5.000.000	inválido
37	SPOT	5.000.000	5.000.000	inválido
38	SPOT	5.000.000	5.000.000	inválido
39	TERRA	150.000	150.000	inválido
40	TERRA	450.000	450.000	inválido
41	TERRA	1.250.000	1.250.000	inválido

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
42	TERRA	1.250.000	1.250.000	inválido
43	TERRA	2.500.000	2.500.000	inválido
44	TERRA	2.500.000	2.500.000	inválido
45	TERRA	2.500.000	2.500.000	inválido
46	TERRA	2.500.000	2.500.000	inválido
47	TERRA	2.500.000	2.500.000	inválido
48	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
49	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
50	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
51	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
52	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
53	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
54	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
55	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
56	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
57	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
58	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
59	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
60	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
61	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
62	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
63	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
64	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
65	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
66	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
67	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
68	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
69	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
70	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
71	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
72	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
73	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
74	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
75	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
76	TERRA	5.000.000	5.000.000	inválido
77	LANDSAT	400.000	400.000	inválido
78	LANDSAT	400.000	400.000	inválido
79	LANDSAT	400.000	400.000	inválido
80	LANDSAT	400.000	400.000	inválido
81	LANDSAT	600.000	600.000	inválido
82	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
83	LANDSAT	150.000	150.000	inválido

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
84	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
85	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
86	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
87	LANDSAT	600.000	600.000	inválido
88	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
89	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
90	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
91	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
92	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
93	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
94	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
95	LANDSAT	150.000	150.000	inválido
96	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
97	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
98	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
99	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
100	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
101	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
102	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
103	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
104	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
105	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
106	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
107	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
108	ERS	5.000.000	5.000.000	inválido
109	ERS	200.000.000	200.000.000	inválido
110	ERS	200.000.000	200.000.000	inválido
111	ERS	200.000.000	200.000.000	inválido

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
112	CBERS	100.000	100.000	inválido
113	CBERS	100.000	100.000	inválido
114	CBERS	100.000	100.000	inválido
115	CBERS	100.000	100.000	inválido
116	CBERS	400.000	400.000	inválido
117	CBERS	400.000	400.000	inválido
118	CBERS	800.000	800.000	inválido
119	CBERS	1.300.000	1.300.000	inválido
120	CBERS	1.300.000	1.300.000	inválido

d) Planilha de cruzamento de dados referentes ao tempo (tempo)

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	1	3,5	válido
2	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	1	3,5	válido
3	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	1	3,5	válido
4	IKONOS	CÂMARA CCD	1,5	1,5	válido
5	IKONOS	CÂMARA CCD	1,5	1,5	válido
6	IKONOS	CÂMARA CCD	1,5	1,5	válido
7	IKONOS	CÂMARA CCD	1,5	1,5	válido
8	ORBVVIEW	SEAWIFS	1	1	válido
9	ORBVVIEW	SEAWIFS	1	1	válido
10	ORBVVIEW	SEAWIFS	1	1	válido
11	ORBVVIEW	SEAWIFS	1	1	válido
12	ORBVVIEW	SEAWIFS	1	1	válido
13	ORBVVIEW	SEAWIFS	1	1	válido

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
14	ORBVIEW	SEAWIFS	1	1	válido
15	ORBVIEW	SEAWIFS	1	1	válido
16	ORBVIEW	ORBVIEW 3	1	1	válido
17	ORBVIEW	ORBVIEW 3	1	1	válido
18	ORBVIEW	ORBVIEW 3	1	1	válido
19	ORBVIEW	ORBVIEW 3	1	1	válido
20	SPOT	HRV	26	26	válido
21	SPOT	HRV	26	26	válido
22	SPOT	HRV	26	26	válido
23	SPOT	HRV	26	26	válido
24	SPOT	HRVIR	26	26	válido
25	SPOT	HRVIR	26	26	válido
26	SPOT	HRVIR	26	26	válido
27	SPOT	HRVIR	26	26	válido

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
28	SPOT	HRVIR	26	26	válido
29	SPOT	HRG	26	26	válido
30	SPOT	HRG	26	26	válido
31	SPOT	HRG	26	26	válido
32	SPOT	HRG	26	26	válido
33	SPOT	HRG	26	26	válido
34	SPOT	HRS	26	26	válido
35	SPOT	VEGETATION	1	1	válido
36	SPOT	VEGETATION	1	1	válido
37	SPOT	VEGETATION	1	1	válido
38	SPOT	VEGETATION	1	1	válido
39	TERRA	ASTER	s.d.	s.d.	inválido
40	TERRA	ASTER	s.d.	s.d.	inválido
41	TERRA	MODIS	1	2	válido

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
42	TERRA	MODIS	1	2	válido
43	TERRA	MODIS	1	2	válido
44	TERRA	MODIS	1	2	válido
45	TERRA	MODIS	1	2	válido
46	TERRA	MODIS	1	2	válido
47	TERRA	MODIS	1	2	válido
48	TERRA	MODIS	1	2	válido
49	TERRA	MODIS	1	2	válido
50	TERRA	MODIS	1	2	válido
51	TERRA	MODIS	1	2	válido
52	TERRA	MODIS	1	2	válido
53	TERRA	MODIS	1	2	válido
54	TERRA	MODIS	1	2	válido
55	TERRA	MODIS	1	2	válido

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
56	TERRA	MODIS	1	2	válido
57	TERRA	MODIS	1	2	válido
58	TERRA	MODIS	1	2	válido
59	TERRA	MODIS	1	2	válido
60	TERRA	MODIS	1	2	válido
61	TERRA	MODIS	1	2	válido
62	TERRA	MODIS	1	2	válido
63	TERRA	MODIS	1	2	válido
64	TERRA	MODIS	1	2	válido
65	TERRA	MODIS	1	2	válido
66	TERRA	MODIS	1	2	válido
67	TERRA	MODIS	1	2	válido
68	TERRA	MODIS	1	2	válido
69	TERRA	MODIS	1	2	válido

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
70	TERRA	MODIS	1	2	válido
71	TERRA	MODIS	1	2	válido
72	TERRA	MODIS	1	2	válido
73	TERRA	MODIS	1	2	válido
74	TERRA	MODIS	1	2	válido
75	TERRA	MODIS	1	2	válido
76	TERRA	MODIS	1	2	válido
77	LANDSAT	MSS	18	18	válido
78	LANDSAT	MSS	18	18	válido
79	LANDSAT	MSS	18	18	válido
80	LANDSAT	MSS	18	18	válido
81	LANDSAT	MSS	18	18	válido
82	LANDSAT	TM	16	16	válido
83	LANDSAT	TM	16	16	válido

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
84	LANDSAT	TM	16	16	válido
85	LANDSAT	TM	16	16	válido
86	LANDSAT	TM	16	16	válido
87	LANDSAT	TM	16	16	válido
88	LANDSAT	TM	16	16	válido
89	LANDSAT	ETM+	16	16	válido
90	LANDSAT	ETM+	16	16	válido
91	LANDSAT	ETM+	16	16	válido
92	LANDSAT	ETM+	16	16	válido
93	LANDSAT	ETM+	16	16	válido
94	LANDSAT	ETM+	16	16	válido
95	LANDSAT	ETM+	16	16	válido
96	ERS	ATSR-1	3,35	176	válido
97	ERS	ATSR-1	3,35	176	válido

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
98	ERS	ATSR-1	3,35	176	válido
99	ERS	ATSR-2	3,35	176	válido
100	ERS	ATSR-2	3,35	176	válido
101	ERS	ATSR-2	3,35	176	válido
102	ERS	ATSR-2	3,35	176	válido
103	ERS	ATSR-2	3,35	176	válido
104	ERS	ATSR-2	3,35	176	válido
105	ERS	MS	3,35	176	válido
106	ERS	MS	3,35	176	válido
107	ERS	MS	3,35	176	válido
108	ERS	MS	3,35	176	válido
109	ERS	GOME	3	3	válido
110	ERS	GOME	4	4	válido
111	ERS	GOME	5	5	válido

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
112	CBERS	CÂMARA CCD	26	26	válido
113	CBERS	CÂMARA CCD	26	26	válido
114	CBERS	CÂMARA CCD	26	26	válido
115	CBERS	CÂMARA CCD	26	26	válido
116	CBERS	IRMSS	26	26	válido
117	CBERS	IRMSS	26	26	válido
118	CBERS	IRMSS	26	26	válido
119	CBERS	WFI	5	5	válido
120	CBERS	WFI	5	5	válido

e) Planilha de cruzamento de dados referentes ao mapeamento de corpos d'água (especmap)

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	multiespectral	450	520	válido
2	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	multiespectral	520	600	válido
3	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	multiespectral	630	690	válido
4	IKONOS	CÂMARA CCD	azul	450	520	válido
5	IKONOS	CÂMARA CCD	verde	520	600	válido
6	IKONOS	CÂMARA CCD	vermelho	630	690	válido
7	IKONOS	CÂMARA CCD	infravermelho próximo	760	900	inválido
8	ORBVIEW	SEAWIFS	1	402	422	inválido
9	ORBVIEW	SEAWIFS	2	433	453	inválido
10	ORBVIEW	SEAWIFS	3	480	500	válido
11	ORBVIEW	SEAWIFS	4	500	520	válido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
12	ORBVIEW	SEAWIFS	5	545	565	válido
13	ORBVIEW	SEAWIFS	6	660	680	válido
14	ORBVIEW	SEAWIFS	7	745	785	inválido
15	ORBVIEW	SEAWIFS	8	845	885	inválido
16	ORBVIEW	ORBVIEW 3	multiespectral	450	520	válido
17	ORBVIEW	ORBVIEW 3	multiespectral	520	600	válido
18	ORBVIEW	ORBVIEW 3	multiespectral	625	695	válido
19	ORBVIEW	ORBVIEW 3	multiespectral	760	900	inválido
20	SPOT	HRV	pan	500	730	válido
21	SPOT	HRV	xs1	500	590	válido
22	SPOT	HRV	xs2	610	680	válido
23	SPOT	HRV	xs3	780	890	inválido
24	SPOT	HRVIR	monoespectral	610	680	válido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
25	SPOT	HRVIR	b1	500	590	válido
26	SPOT	HRVIR	b2	610	680	válido
27	SPOT	HRVIR	b3	780	890	inválido
28	SPOT	HRVIR	mir	1580	1750	inválido
29	SPOT	HRG	pa e supermode	480	710	válido
30	SPOT	HRG	b1	500	590	válido
31	SPOT	HRG	b2	610	680	válido
32	SPOT	HRG	b3	780	890	inválido
33	SPOT	HRG	swir	1580	1750	inválido
34	SPOT	HRS	pa	490	690	válido
35	SPOT	VEGETATION	b0	430	470	inválido
36	SPOT	VEGETATION	b2	610	680	válido
37	SPOT	VEGETATION	b3	780	890	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
38	SPOT	VEGETATION	mir	1580	1750	inválido
39	TERRA	ASTER	swir	1600	2500	inválido
40	TERRA	ASTER	tir	80	120	inválido
41	TERRA	MODIS	1	620	670	válido
42	TERRA	MODIS	2	841	876	inválido
43	TERRA	MODIS	3	459	479	válido
44	TERRA	MODIS	4	54	565	inválido
45	TERRA	MODIS	5	1230	1250	inválido
46	TERRA	MODIS	6	1628	1652	inválido
47	TERRA	MODIS	7	2105	2155	inválido
48	TERRA	MODIS	8	405	420	inválido
49	TERRA	MODIS	9	438	448	inválido
50	TERRA	MODIS	10	483	493	válido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
51	TERRA	MODIS	11	526	536	válido
52	TERRA	MODIS	12	546	556	válido
53	TERRA	MODIS	13	662	672	válido
54	TERRA	MODIS	14	673	683	válido
55	TERRA	MODIS	15	743	753	inválido
56	TERRA	MODIS	16	862	877	inválido
57	TERRA	MODIS	17	890	920	inválido
58	TERRA	MODIS	18	931	941	inválido
59	TERRA	MODIS	19	915	965	inválido
60	TERRA	MODIS	20	3660	3840	inválido
61	TERRA	MODIS	21	3929	3989	inválido
62	TERRA	MODIS	22	3929	3989	inválido
63	TERRA	MODIS	23	4020	4080	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
64	TERRA	MODIS	24	4433	4498	inválido
65	TERRA	MODIS	25	4482	4549	inválido
66	TERRA	MODIS	26	1360	1390	inválido
67	TERRA	MODIS	27	6535	6895	inválido
68	TERRA	MODIS	28	7175	7475	inválido
69	TERRA	MODIS	29	8400	8700	inválido
70	TERRA	MODIS	30	9580	9880	inválido
71	TERRA	MODIS	31	10780	11280	inválido
72	TERRA	MODIS	32	11770	12270	inválido
73	TERRA	MODIS	33	13185	13485	inválido
74	TERRA	MODIS	34	13485	13785	inválido
75	TERRA	MODIS	35	13785	14085	inválido
76	TERRA	MODIS	36	14085	14385	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
77	LANDSAT	MSS	4	500	600	válido
78	LANDSAT	MSS	5	600	700	válido
79	LANDSAT	MSS	6	700	800	inválido
80	LANDSAT	MSS	7	800	1100	inválido
81	LANDSAT	MSS	8	10400	12600	inválido
82	LANDSAT	TM	1	450	520	válido
83	LANDSAT	TM	2	500	600	válido
84	LANDSAT	TM	3	630	630	válido
85	LANDSAT	TM	4	760	900	inválido
86	LANDSAT	TM	5	1550	1750	inválido
87	LANDSAT	TM	6	10400	12500	inválido
88	LANDSAT	TM	7	2080	2350	inválido
89	LANDSAT	ETM+	1	450	520	válido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
90	LANDSAT	ETM+	2	500	600	válido
91	LANDSAT	ETM+	3	630	630	válido
92	LANDSAT	ETM+	4	760	900	inválido
93	LANDSAT	ETM+	5	1550	1750	inválido
94	LANDSAT	ETM+	6	10400	12500	inválido
95	LANDSAT	ETM+	7	2080	2350	inválido
96	ERS	ATSR-1	multiespectral	1600	1600	inválido
97	ERS	ATSR-1	multiespectral	3700	3700	inválido
98	ERS	ATSR-1	multiespectral	10800	10800	inválido
99	ERS	ATSR-2	multiespectral	1600	1600	inválido
100	ERS	ATSR-2	multiespectral	3700	3700	inválido
101	ERS	ATSR-2	multiespectral	10800	10800	inválido
102	ERS	ATSR-2	multiespectral	550	550	válido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
103	ERS	ATSR-2	multiespectral	650	650	válido
104	ERS	ATSR-2	multiespectral	870	870	inválido
105	ERS	MS	infravermelho	1580	1640	inválido
106	ERS	MS	infravermelho	3550	3930	inválido
107	ERS	MS	infravermelho	10400	11300	inválido
108	ERS	MS	infravermelho	11500	12500	inválido
109	ERS	GOME	ultravioleta	292	402	inválido
110	ERS	GOME	visível	402	597	inválido
111	ERS	GOME	visível	597	790	inválido
112	CBERS	CÂMARA CCD	AZUL	450	520	válido
113	CBERS	CÂMARA CCD	verde	520	590	válido
114	CBERS	CÂMARA CCD	vermelho	630	690	válido
115	CBERS	CÂMARA CCD	infravermelho próximo	770	890	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 440 e 740 nm
116	CBERS	IRMSS	infravermelho médio	1550	1750	inválido
117	CBERS	IRMSS	infravermelho médio	2080	2350	inválido
118	CBERS	IRMSS	infravermelho termal	10400	12500	inválido
119	CBERS	WFI	vermelho	630	690	válido
120	CBERS	WFI	infravermelho próximo	770	890	inválido

f) Planilha de cruzamento de dados referentes ao delineamento de corpos d'água (delinmap)

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	multiespectral	450	520	inválido
2	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	multiespectral	520	600	inválido
3	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	multiespectral	630	690	inválido
4	IKONOS	CÂMARA CCD	azul	450	520	inválido
5	IKONOS	CÂMARA CCD	verde	520	600	inválido
6	IKONOS	CÂMARA CCD	vermelho	630	690	inválido
7	IKONOS	CÂMARA CCD	infravermelho próximo	760	900	válido
8	ORBVVIEW	SEAWIFS	1	402	422	inválido
9	ORBVVIEW	SEAWIFS	2	433	453	inválido
10	ORBVVIEW	SEAWIFS	3	480	500	inválido
11	ORBVVIEW	SEAWIFS	4	500	520	inválido
12	ORBVVIEW	SEAWIFS	5	545	565	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
13	ORBVIEW	SEAWIFS	6	660	680	inválido
14	ORBVIEW	SEAWIFS	7	745	785	válido
15	ORBVIEW	SEAWIFS	8	845	885	válido
16	ORBVIEW	ORBVIEW 3	multiespectral	450	520	inválido
17	ORBVIEW	ORBVIEW 3	multiespectral	520	600	inválido
18	ORBVIEW	ORBVIEW 3	multiespectral	625	695	inválido
19	ORBVIEW	ORBVIEW 3	multiespectral	760	900	válido
20	SPOT	HRV	pan	500	730	inválido
21	SPOT	HRV	xs1	500	590	inválido
22	SPOT	HRV	xs2	610	680	inválido
23	SPOT	HRV	xs3	780	890	válido
24	SPOT	HRVIR	monoespectral	610	680	inválido
25	SPOT	HRVIR	b1	500	590	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
26	SPOT	HRVIR	b2	610	680	inválido
27	SPOT	HRVIR	b3	780	890	válido
28	SPOT	HRVIR	mir	1580	1750	inválido
29	SPOT	HRG	pa e supermode	480	710	inválido
30	SPOT	HRG	b1	500	590	inválido
31	SPOT	HRG	b2	610	680	inválido
32	SPOT	HRG	b3	780	890	válido
33	SPOT	HRG	swir	1580	1750	inválido
34	SPOT	HRS	pa	490	690	inválido
35	SPOT	VEGETATION	b0	430	470	inválido
36	SPOT	VEGETATION	b2	610	680	inválido
37	SPOT	VEGETATION	b3	780	890	válido
38	SPOT	VEGETATION	mir	1580	1750	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
39	TERRA	ASTER	swir	1600	2500	inválido
40	TERRA	ASTER	tir	80	120	inválido
41	TERRA	MODIS	1	620	670	inválido
42	TERRA	MODIS	2	841	876	válido
43	TERRA	MODIS	3	459	479	inválido
44	TERRA	MODIS	4	54	565	inválido
45	TERRA	MODIS	5	1230	1250	inválido
46	TERRA	MODIS	6	1628	1652	inválido
47	TERRA	MODIS	7	2105	2155	inválido
48	TERRA	MODIS	8	405	420	inválido
49	TERRA	MODIS	9	438	448	inválido
50	TERRA	MODIS	10	483	493	inválido
51	TERRA	MODIS	11	526	536	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
52	TERRA	MODIS	12	546	556	inválido
53	TERRA	MODIS	13	662	672	inválido
54	TERRA	MODIS	14	673	683	inválido
55	TERRA	MODIS	15	743	753	válido
56	TERRA	MODIS	16	862	877	válido
57	TERRA	MODIS	17	890	920	inválido
58	TERRA	MODIS	18	931	941	inválido
59	TERRA	MODIS	19	915	965	inválido
60	TERRA	MODIS	20	3660	3840	inválido
61	TERRA	MODIS	21	3929	3989	inválido
62	TERRA	MODIS	22	3929	3989	inválido
63	TERRA	MODIS	23	4020	4080	inválido
64	TERRA	MODIS	24	4433	4498	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
65	TERRA	MODIS	25	4482	4549	inválido
66	TERRA	MODIS	26	1360	1390	inválido
67	TERRA	MODIS	27	6535	6895	inválido
68	TERRA	MODIS	28	7175	7475	inválido
69	TERRA	MODIS	29	8400	8700	inválido
70	TERRA	MODIS	30	9580	9880	inválido
71	TERRA	MODIS	31	10780	11280	inválido
72	TERRA	MODIS	32	11770	12270	inválido
73	TERRA	MODIS	33	13185	13485	inválido
74	TERRA	MODIS	34	13485	13785	inválido
75	TERRA	MODIS	35	13785	14085	inválido
76	TERRA	MODIS	36	14085	14385	inválido
77	LANDSAT	MSS	4	500	600	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
78	LANDSAT	MSS	5	600	700	inválido
79	LANDSAT	MSS	6	700	800	inválido
80	LANDSAT	MSS	7	800	1100	inválido
81	LANDSAT	MSS	8	10400	12600	inválido
82	LANDSAT	TM	1	450	520	inválido
83	LANDSAT	TM	2	500	600	inválido
84	LANDSAT	TM	3	630	630	inválido
85	LANDSAT	TM	4	760	900	válido
86	LANDSAT	TM	5	1550	1750	inválido
87	LANDSAT	TM	6	10400	12500	inválido
88	LANDSAT	TM	7	2080	2350	inválido
89	LANDSAT	ETM+	1	450	520	inválido
90	LANDSAT	ETM+	2	500	600	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
91	LANDSAT	ETM+	3	630	630	inválido
92	LANDSAT	ETM+	4	760	900	válido
93	LANDSAT	ETM+	5	1550	1750	inválido
94	LANDSAT	ETM+	6	10400	12500	inválido
95	LANDSAT	ETM+	7	2080	2350	inválido
96	ERS	ATSR-1	multiespectral	1600	1600	inválido
97	ERS	ATSR-1	multiespectral	3700	3700	inválido
98	ERS	ATSR-1	multiespectral	10800	10800	inválido
99	ERS	ATSR-2	multiespectral	1600	1600	inválido
100	ERS	ATSR-2	multiespectral	3700	3700	inválido
101	ERS	ATSR-2	multiespectral	10800	10800	inválido
102	ERS	ATSR-2	multiespectral	550	550	inválido
103	ERS	ATSR-2	multiespectral	650	650	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
104	ERS	ATSR-2	multiespectral	870	870	válido
105	ERS	MS	infravermelho	1580	1640	inválido
106	ERS	MS	infravermelho	3550	3930	inválido
107	ERS	MS	infravermelho	10400	11300	inválido
108	ERS	MS	infravermelho	11500	12500	inválido
109	ERS	GOME	ultravioleta	292	402	inválido
110	ERS	GOME	visível	402	597	inválido
111	ERS	GOME	visível	597	790	inválido
112	CBERS	CÂMARA CCD	AZUL	450	520	inválido
113	CBERS	CÂMARA CCD	verde	520	590	inválido
114	CBERS	CÂMARA CCD	vermelho	630	690	inválido
115	CBERS	CÂMARA CCD	infravermelho próximo	770	890	válido
116	CBERS	IRMSS	infravermelho médio	1550	1750	inválido

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 740 e 900 nm
117	CBERS	IRMSS	infravermelho médio	2080	2350	inválido
118	CBERS	IRMSS	infravermelho termal	10400	12500	inválido
119	CBERS	WFI	vermelho	630	690	inválido
120	CBERS	WFI	infravermelho próximo	770	890	válido

g) Planilha de resultados (resultados)

ID	Satélite	Sensor	Escala	Tempo	Mapeamento	Delineamento	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	válido	válido	válido	inválido	OK	NÃO
2	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	válido	válido	válido	inválido	OK	NÃO
3	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	válido	válido	válido	inválido	OK	NÃO
4	IKONOS	CÂMARA CCD	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
5	IKONOS	CÂMARA CCD	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
6	IKONOS	CÂMARA CCD	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
7	IKONOS	CÂMARA CCD	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
8	ORBVVIEW	SEAWIFS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
9	ORBVVIEW	SEAWIFS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
10	ORBVVIEW	SEAWIFS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
11	ORBVVIEW	SEAWIFS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
12	ORBVVIEW	SEAWIFS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
13	ORBVVIEW	SEAWIFS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
14	ORBVVIEW	SEAWIFS	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
15	ORBVVIEW	SEAWIFS	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
16	ORBVVIEW	ORBVVIEW 3	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO

ID	Satélite	Sensor	Escala	Tempo	Mapeamento	Delineamento	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
17	ORBVIEW	ORBVIEW 3	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
18	ORBVIEW	ORBVIEW 3	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
19	ORBVIEW	ORBVIEW 3	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
20	SPOT	HRV	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
21	SPOT	HRV	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
22	SPOT	HRV	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
23	SPOT	HRV	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
24	SPOT	HRVIR	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
25	SPOT	HRVIR	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
26	SPOT	HRVIR	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
27	SPOT	HRVIR	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
28	SPOT	HRVIR	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
29	SPOT	HRG	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
30	SPOT	HRG	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
31	SPOT	HRG	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
32	SPOT	HRG	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
33	SPOT	HRG	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO

ID	Satélite	Sensor	Escala	Tempo	Mapeamento	Delineamento	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
34	SPOT	HRS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
35	SPOT	VEGETATION	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
36	SPOT	VEGETATION	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
37	SPOT	VEGETATION	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
38	SPOT	VEGETATION	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
39	TERRA	ASTER	inválido	inválido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
40	TERRA	ASTER	inválido	inválido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
41	TERRA	MODIS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
42	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
43	TERRA	MODIS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
44	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
45	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
46	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
47	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
48	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
49	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
50	TERRA	MODIS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO

ID	Satélite	Sensor	Escala	Tempo	Mapeamento	Delineamento	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
51	TERRA	MODIS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
52	TERRA	MODIS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
53	TERRA	MODIS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
54	TERRA	MODIS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
55	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
56	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
57	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
58	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
59	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
60	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
61	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
62	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
63	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
64	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
65	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
66	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
67	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO

ID	Satélite	Sensor	Escala	Tempo	Mapeamento	Delineamento	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
68	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
69	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
70	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
71	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
72	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
73	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
74	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
75	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
76	TERRA	MODIS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
77	LANDSAT	MSS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
78	LANDSAT	MSS	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
79	LANDSAT	MSS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
80	LANDSAT	MSS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
81	LANDSAT	MSS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
82	LANDSAT	TM	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
83	LANDSAT	TM	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
84	LANDSAT	TM	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO

ID	Satélite	Sensor	Escala	Tempo	Mapeamento	Delineamento	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
85	LANDSAT	TM	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
86	LANDSAT	TM	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
87	LANDSAT	TM	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
88	LANDSAT	TM	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
89	LANDSAT	ETM+	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
90	LANDSAT	ETM+	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
91	LANDSAT	ETM+	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
92	LANDSAT	ETM+	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
93	LANDSAT	ETM+	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
94	LANDSAT	ETM+	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
95	LANDSAT	ETM+	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
96	ERS	ATSR-1	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
97	ERS	ATSR-1	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
98	ERS	ATSR-1	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
99	ERS	ATSR-2	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
100	ERS	ATSR-2	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
101	ERS	ATSR-2	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO

ID	Satélite	Sensor	Escala	Tempo	Mapeamento	Delineamento	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
102	ERS	ATSR-2	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
103	ERS	ATSR-2	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
104	ERS	ATSR-2	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
105	ERS	MS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
106	ERS	MS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
107	ERS	MS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
108	ERS	MS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
109	ERS	GOME	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
110	ERS	GOME	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
111	ERS	GOME	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
112	CBERS	CÂMARA CCD	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
113	CBERS	CÂMARA CCD	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
114	CBERS	CÂMARA CCD	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
115	CBERS	CÂMARA CCD	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO
116	CBERS	IRMSS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
117	CBERS	IRMSS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
118	CBERS	IRMSS	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO

ID	Satélite	Sensor	Escala	Tempo	Mapeamento	Delineamento	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
119	CBERS	WFI	inválido	válido	válido	inválido	NÃO	NÃO
120	CBERS	WFI	inválido	válido	inválido	válido	NÃO	NÃO

h) Planilha das especificações dos sensores pancromáticos (sensores_pan)

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Temporal
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 1	VALOR 2
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	metro (m)	metro (m)	dia (d)	dia (d)
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	pancromática	450	900	0,61	0,72	1	3,5
2	IKONOS	CÂMARA CCD	pancromática	450	900	1	1	1	2,9
3	ORBVVIEW	ORBVVIEW 3	pancromática	450	900	1	1	1	1
4	EROS	CÂMARA CCD	pancromática	500	900	1,8	1,8	1	4
5	EROS	CÂMARA CCD	pancromática	500	900	0,9	0,9	1	4
6	SPOT	HRG	pancromático	480	710	2,5	5	26	26
7	TERRA	ASTER	vnir	500	900	15	15	s.d.	s.d.
8	LANDSAT	ETM+	8	500	900	15	15	16	16
9	CBERS	CÂMARA CCD	pancromática	510	730	20	20	26	26
10	CBERS	IRMSS	pancromática	500	1100	80	80	26	26

i) Planilha de cruzamento de dados referentes à escala para sensores pancromáticos(escala_pan)

ID	Satélite	Maior escala	Maior escala	Uso
		VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
		(1:x)	(1:x)	Escala maior que 1: 15.000
1	QUICKBIRD	3.050	3.600	válido
2	IKONOS	5.000	5.000	válido
3	ORBVVIEW	5.000	5.000	válido
4	EROS	9.000	9.000	válido
5	EROS	4.500	4.500	válido
6	SPOT	12.500	25.000	inválido
7	TERRA	75.000	75.000	inválido
8	LANDSAT	75.000	75.000	inválido
9	CBERS	100.000	100.000	inválido
10	CBERS	400.000	400.000	inválido

j) Planilha de cruzamento de dados referentes ao tempo para sensores pancromáticos (tempo_pan)

ID	Satélite	Sensor	Resolução Temporal	Resolução Temporal	Estático
			VALOR 1	VALOR 2	
			dia (d)	dia (d)	
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	1	3,5	válido
2	IKONOS	CÂMARA CCD	1	2,9	válido
3	ORBVVIEW	ORBVVIEW 3	1	1	válido
4	EROS	CÂMARA CCD	1	4	válido
5	EROS	CÂMARA CCD	1	4	válido
6	SPOT	HGR	26	26	válido
7	TERRA	ASTER	s.d.	s.d.	inválido
8	LANDSAT	ETM+	16	16	válido
9	CBERS	CÂMARA CCD	26	26	válido
10	CBERS	IRMSS	26	26	válido

k) Planilha de cruzamento de dados referentes ao mapeamento de corpos d'água para sensores pancromáticos (especmap_pan)

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Mapeamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	pancromática	450	900	válido
2	IKONOS	CÂMARA CCD	pan	450	900	válido
3	ORBVVIEW	ORBVVIEW 3	pancromático	450	900	válido
4	EROS	CÂMARA CCD	visível e infravermelho	500	900	válido
5	EROS	CÂMARA CCD	visível e infravermelho	500	900	válido
6	SPOT	HGR	pancromático	480	710	inválido
7	TERRA	ASTER	vnir	500	900	válido
8	LANDSAT	ETM+	8	500	900	válido
9	CBERS	CÂMARA CCD	pan	510	730	inválido
10	CBERS	IRMSS	pan	500	1100	válido

l) Planilha de cruzamento de dados referentes ao delineamento de corpos d'água para sensores pancromáticos (delinmap_pan)

ID	Satélite	Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espectral	Uso
				VALOR 1	VALOR 2	Delineamento de Corpos d'água
				nanômetro (nm)	nanômetro (nm)	Resolução Espectral entre 400 e 1200 nm
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	pancromática	450	900	válido
2	IKONOS	CÂMARA CCD	pan	450	900	válido
3	ORBVVIEW	ORBVVIEW 3	pancromático	450	900	válido
4	EROS	CÂMARA CCD	visível e infravermelho	500	900	válido
5	EROS	CÂMARA CCD	visível e infravermelho	500	900	válido
6	SPOT	HGR	Pancroma'tico	480	710	inválido
7	TERRA	ASTER	vnir	500	900	válido
8	LANDSAT	ETM+	8	500	900	válido
9	CBERS	CÂMARA CCD	pan	510	730	inválido
10	CBERS	IRMSS	pan	500	1100	válido

m) Planilha de resultados para sensores pancromáticos (resultados_pan)

ID	Satélite	Sensor	Escala	Tempo	Mapeamento	Delineamento	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
1	QUICKBIRD	CÂMARA CCD	válido	válido	válido	válido	OK	OK
2	IKONOS	CÂMARA CCD	válido	válido	válido	válido	OK	OK
3	ORBVUE	ORBVUE 3	válido	válido	válido	válido	OK	OK
4	EROS	CÂMARA CCD	válido	válido	válido	válido	OK	OK
5	EROS	CÂMARA CCD	válido	válido	válido	válido	OK	OK
6	SPOT	HGR	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
7	TERRA	ASTER	inválido	inválido	válido	válido	NÃO	NÃO
8	LANDSAT	ETM+	inválido	válido	válido	válido	NÃO	NÃO
9	CBERS	CÂMARA CCD	inválido	válido	inválido	inválido	NÃO	NÃO
9	CBERS	IRMSS	inválido	válido	válido	válido	NÃO	NÃO

7 RESULTADOS ALCANÇADOS

Para se comentar a respeito da aplicação do método, deve-se em um primeiro momento, reafirmar a importância dos parâmetros inseridos na entrada de dados, afinal, são estes os parâmetros que definem todo o desenvolvimento do método. É neste momento que a utilização dos sensores é restringida em função das necessidades impostas pelos paradigmas de gestão ambiental para a solução de um determinado problema.

Na aplicação do método, detalhada dos itens 6.2.1 ao item 6.2.6, procurou-se determinar os sensores aptos a apresentar produtos que permitam uma atualização cartográfica na escala 1:15.000, sendo o produto original datado de 1998, considerando a feição hidrografia. A validação do método, ocorreu no ano de 2003, o que significa que se trabalhou em um produto de sensor daquele ano, tratava-se de uma atualização de cinco anos.

De acordo com as planilhas de resultados na aplicação do método, determinou-se que os sensores aptos a desenvolver tal tarefa são:

QUADRO 2 -Quadro do resultado dos sensores pancromáticos considerados aptos no item 6.2.6

Satélite	Sensor	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
QUICKBIRD	CÂMARA CCD	OK	OK
IKONOS	CÂMARA CCD	OK	OK
ORBVIEW	ORBVIEW 3	OK	OK
EROS	CÂMARA CCD	OK	OK
EROS	CÂMARA CCD	OK	OK

QUADRO 3 - Quadro do resultado dos sensores multiespectrais considerados aptos no item 6.2.6

Satélite	Sensor	Banda	Mapeamento de Corpos d'água	Delineamento de Corpos d'água
QUICKBIRD	CCD	MS	OK	NÃO
QUICKBIRD	CCD	MS	OK	NÃO
QUICKBIRD	CCD	MS	OK	NÃO

*MS-multiespectral

Desta forma, para a validação do método, foi utilizada imagem do QUICKBIRD e uma imagem do SPOT V (pancromática), a fim de comprovar a eficácia do método.

7.1 VALIDAÇÃO DO MÉTODO

Duas imagens de sensores orbitais distintos, QuickBird e Spot, foram processadas para a realização da etapa de validação do método, a qual teve como objetivo realizar a classificação da imagem.

O software utilizado para preparar estas imagens e facilitar a interpretação visual de cada cena referente à área de estudo, Distrito Campeche, Florianópolis (SC), foi o ENVI 3.6. Este software de processamento digital de imagens dispõe de ferramentas que possibilitam ao usuário a extração de informações desejadas, contidas nas imagens. Além disso, é possível otimizar a análise de dados, utilizando as técnicas de tratamento digital (composição colorida, classificação, realce, entre outros).

Figura 22 –Área de validação do método - Distrito do Campeche



Coordenadas UTM – Fuso 22S

7.1.1 PREPARAÇÃO E CORREÇÃO DAS IMAGENS

As imagens adquiridas já estavam retificadas e georreferenciadas de modo que não se fez necessário georreferenciamento e o processo de retificação das mesmas.

7.1.1.1 CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS

A classificação multiespectral de imagens de satélite é um dos métodos, geralmente, mais utilizados para se obter informações temáticas úteis sobre os dados da superfície terrestre e dos corpos hídricos.

O método da classificação de uma imagem multiespectral consiste em atribuir classes a cada *pixel* (*picture element*) que compõem a imagem. Cada objeto de uma determinada área geográfica apresenta características próprias e um comportamento singular ao longo do espectro eletromagnético (um dos princípios básicos do sensoriamento remoto). Nos dias atuais, a classificação multiespectral pode ser executada por meio da classificação não supervisionada ou pela supervisionada.

Testes quanto à classificação supervisionada e não supervisionada foram realizados para ambas as imagens, QuickBird e Spot, de modo que se observasse os resultados apresentados por uma imagem de alta resolução, sendo que as mesmas não necessitam de classificação para a extração das informações em tela.

7.1.1.2 CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA

No método não supervisionado, o computador classifica a imagem, com pouca intervenção do usuário, pois, o mesmo define apenas o número de classes desejadas. Este método de classificação agrupa os *pixels* com características espectrais semelhantes organizando-os em grupos/nuvens (*clusters*), conforme alguns critérios estatisticamente determinados.

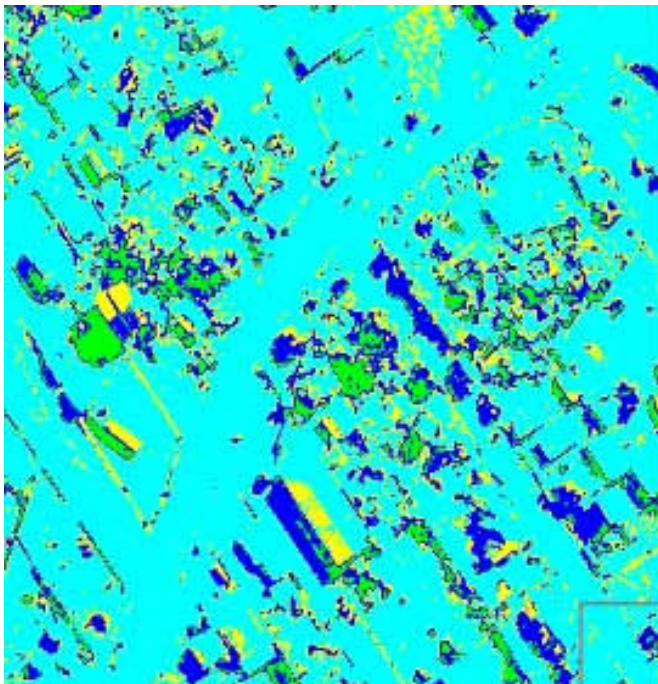
Esta classificação foi realizada para ambas as imagens utilizando os métodos de classificação não supervisionado do ENVI 3.6: Isodata e K-means.

7.1.1.2.1 ISODATA

Neste método a imagem é sucessivamente varrida e os agrupamentos dos *pixels* (*clusters*), vão sendo alterados, ocorrendo à agregação de novos *pixels*, divisão ou fusão de clusters. Na imagem QuickBird , composição GBR (4,3,2), foram realizadas 2 classificações, pelo método ISODATA.

Na primeira classificação os *pixels* foram agrupados em 5 classes distintas (*clusters*) sendo estas distribuídas em de acordo com a figura 23.

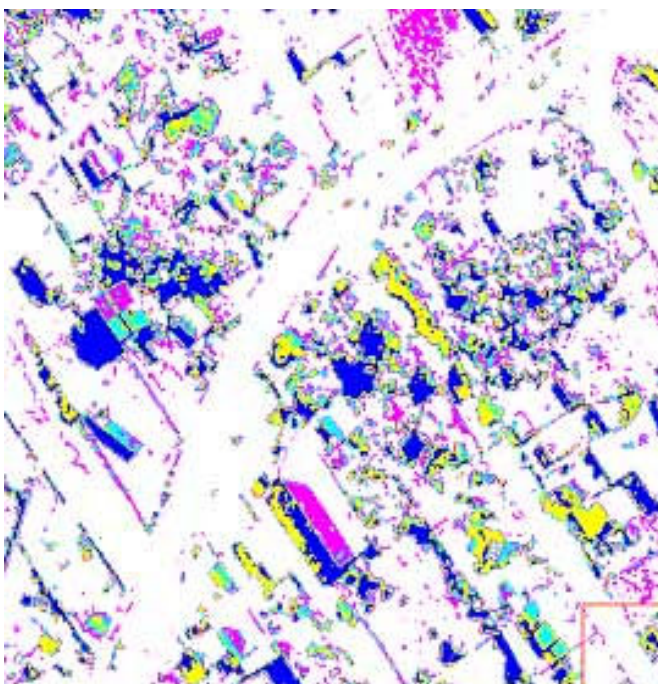
Figura 23 – Classificação Isodata, Quickbird - parte do Distrito do Campeche



- a) corpos de água, representados pela cor verde;
- b) vegetação , solo exposto e área urbana, todos na cor azul claro;
- c) sombra nas cores azul escuro e verde;
- d) vegetação em solos úmidos representados pela cor amarela.

Na segunda classificação os *pixels* foram agrupados em 6 classes (Figura 24):

Figura 24 –Classificação Isodata, Quickbird, parte do Distrito do Campeche 2



- a) sombra e água na cor azul escuro;
- b) vegetação apresentou-se nas cores magenta, roxo, azul claro e amarelo;
- c) solo exposto e vegetação rasteira pela cor roxa;
- d) área urbana pela cor magenta.

Pode-se visualizar, por meio destes resultados de classificação não supervisionada, o comportamento espectral dos alvos e como os mesmos tendem a se agrupar. Neste tipo de procedimento, ocorre a confusão de classes, ou seja, solo exposto confunde-se com a área urbana. Deste modo, fica evidente que este método não é adequado para atingir os fins propostos neste projeto.

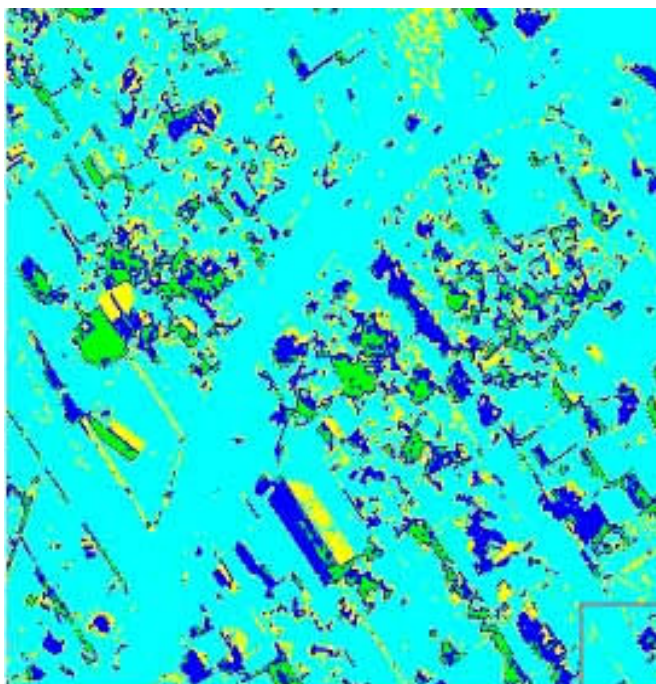
7.1.1.2.2 K-MEANS

O método K-means calcula, primeiramente, as classes distribuindo-as em uma classe uniformemente no espaço e, feito isto, agrupa classe por classe utilizando a técnica de distância mínima. Quanto melhor for agrupada a nuvem de *pixels*, melhor será a classificação.

Na imagem QuickBird , composição GBR (4,3,2), foi realizada 3 classificações pelo método K-Means.

Na primeira classificação os *pixels* foram agrupados em 4 classes distintas (clusters) sendo estas distribuídas em (Figura 25):

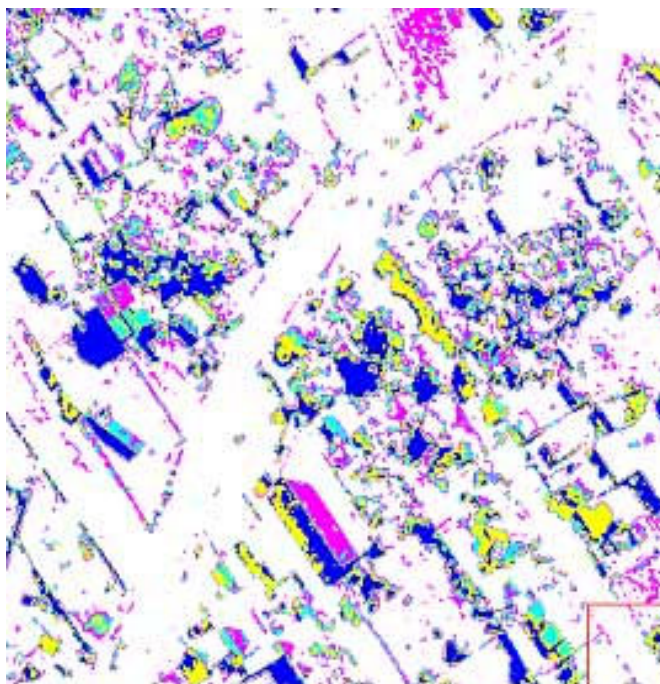
Figura 25- Classificação Isodata, Quickbird, parte do Distrito do Campeche 3



- a) solo exposto e vegetação representada pela cor azul claro;
- b) sombra nas cores azul escuro e verde;
- c) vegetação em solo úmido representado pela cor amarela;

Na segunda os *pixels* foram agrupados em 6 classes sendo estas distribuídas em (Figura 26):

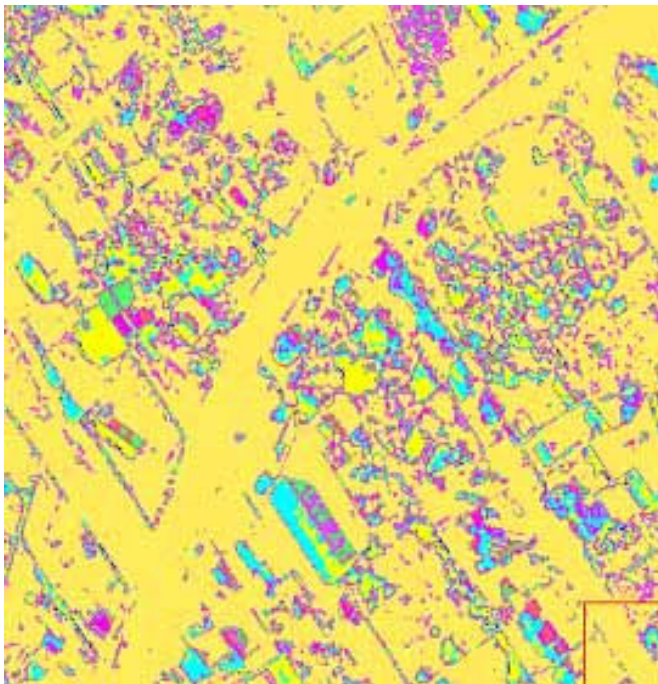
Figura 26 – Classificação Isodata, Spot, parte do Distrito do Campeche



- a) vegetação densa representada pela cor roxa;
- b) sombra nas cores azul escuro, azul claro, amarelo e magenta;
- c) vegetação rasteira e solo exposto na cor magenta e branca;
- d) água representada pela cor azul escuro.

Na terceira classificação os *pixels* foram agrupados em 6 classes (Figura 27):

Figura 27 – Classificação K-means, parte do Distrito do Campeche

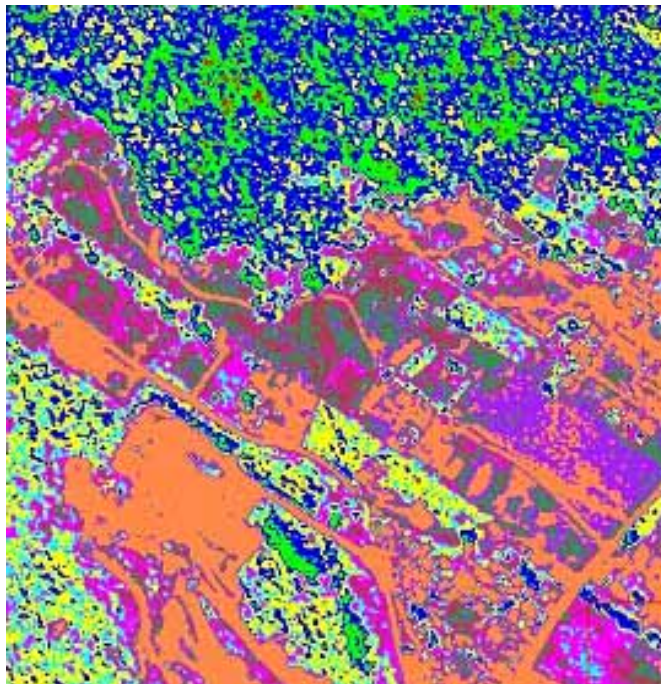


- a) vegetação, vegetação rasteira e área urbana, representada pela cor laranja;
- b) campo sujo na cor verde;
- c) vegetação em solo úmido e área urbana representada pela cor roxa;
- d) sombra na cor amarela e azul claro;
- e) solo exposto representado pela cor magenta.

A terceira classificação apresentou o melhor resultado quanto ao agrupamento dos *pixels* em classes distintas. Porém, constatou-se que este método ainda não foi adequado para atingir os objetivos de identificação de hidrografia para posterior atualização cartográfica.

Na imagem Spot, foi realizada apenas 1 classificação , pelo método K-Means, obtendo-se 7 classes distintas (Figura 28):

Figura 28 – Classificação K-means, parte do Distrito do Campeche



- a) vegetação representada pela cor azul escuro, verde claro e verde escuro;
- b) campo sujo na cor roxa;
- c) área urbana e solo exposto representada pela cor laranja;
- d) solo úmido na cor vermelha;
- e) vegetação rasteira na cor magenta.

7.1.1.3 CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

Na classificação supervisionada, é necessário conhecer a área de estudo, sendo que a qualidade da informação determinará o resultado da classificação.

Neste método, o agrupamento em classes é feito automaticamente, porém, o usuário define as classes ou regiões de interesse (conforme consta no ENVI 3.6). Estas regiões de treinamento irão servir de padrão para a comparação com os demais *pixels* da imagem.

Realizou-se este procedimento para ambas as imagens. Segue abaixo os resultados para os métodos de classificação supervisionada: paralelepípedo e distância mínima; os demais métodos de classificação (máxima verossimilhança; mapeador de ângulo espectral; classificação por distância de mahalanobis) não foram realizados, pois, para estes métodos são necessárias, pelo menos, duas bandas e apenas a imagem QuickBird possui mais de uma banda espectral, sendo assim, não haveria possibilidade

de comparação entre os resultados das mesmas. Além disso, para imagens de resolução espacial semelhante a QuickBird (0,60m no modo pancromático e 2,44m no modo multiespectral) e Spot (resolução de 2,5m a 5 m no pancromático), pode-se extrair, com nitidez, os objetos de interesse (rodovias, áreas edificadas, pontes e outros...).

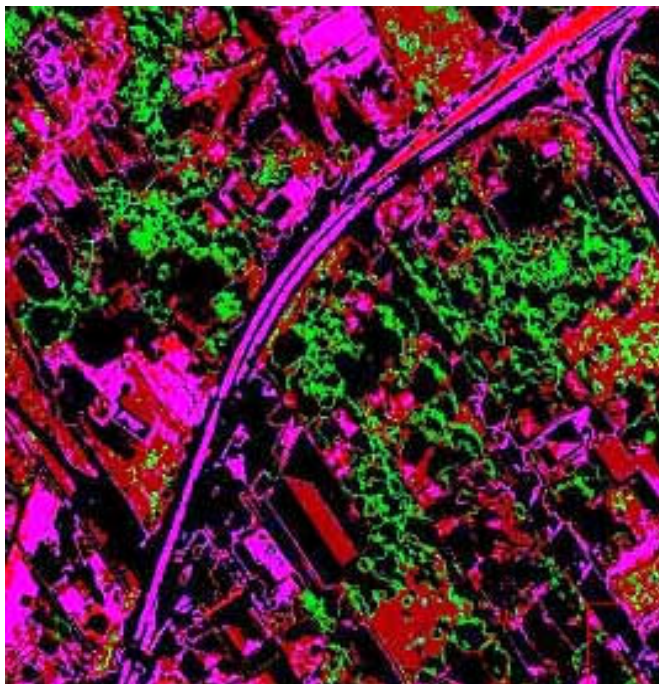
Antes de realizar a classificação, foi necessário definir as áreas de treinamento, as quais foram utilizadas como parâmetros para os agrupamentos dos *pixels*. Para cada método utilizado, repetiram-se as mesmas áreas de treinamento: areia; vegetação densa; vegetação rasteira; solo exposto, rodovias, edificações e água.

Segue abaixo o resultado de ambas as classificações (Figura 29 e 30).

7.1.1.3.1 MÉTODO DO PARALELEPÍPEDO

Neste método cada *pixel* é escolhido dentro de uma sequência e seus valores nas distintas bandas são analisados para ver se caem dentro de um dos paralelepípedos. Há várias possibilidades: o *pixel* cair dentro de um só paralelepípedo; o *pixel* cair fora de todos os paralelepípedos; o *pixel* cair dentro de mais de um paralelepípedo (Figura 27).

Figura 29 – Classificação paralelepípedo, imagem QuickBird Parte do Distrito do Campeche



7.1.1.3.2 MÉTODO DA DISTÂNCIA MÍNIMA

Para pequenas áreas de treinamento, recomenda-se o método de classificação mais simples, como o algoritmo de distância mínima, onde o algoritmo associa cada *pixel* desconhecido à classe a qual a média está mais próxima a ele (Figura 30).

Figura 30 – Classificação mínima distância imagem QuickBird Parte do Distrito do Campeche



Ao realizar os procedimentos da classificação supervisionada e não supervisionada, ficou evidente, como relatado nos itens anteriores, que não há necessidade de classificar as imagens de alta resolução espacial QuickBird e Spot, pois, nestas imagens os objetos da superfície terrestre apresentam-se com as suas formas geométricas bem definidas, possibilitando ao usuário identificá-los facilmente na imagem. Sendo assim, torna-se mais eficiente para a atualização da base cartográfica, a vetorização dos objetos contidos na imagem, utilizando-se o software MicroStation Descartes.

Dentre as duas imagens, pode-se perceber que o resultado da validação do método confirma sua eficácia, uma vez que o método classifica as imagens do QUICKBIRD como válidas para a atualização da feição de hidrografia em uma base cartográfica na escala 1:15.000. O método ainda, classifica como inválidas as imagens e os produtos oriundos do SPOT V, fato que se confirma, uma vez que nem visualmente, nem na classificação consegue-se distinguir os corpos d'água, tornando assim impossível a identificação e atualização da feição hidrografia.

8 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos resultados obtidos, fica evidente a contribuição do método no que diz respeito ao entendimento dos critérios considerados importantes para avaliar um sistema de suporte ao usuário de sub-produtos de sensoriamento remoto para aplicação em gestão ambiental.

8.1 QUANTO AO CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS

No desenvolvimento desta tese consideram-se alcançados os objetivos propostos no capítulo inicial, fato que pode ser comprovado no decorrer deste documento. Do capítulo 3, extrai-se o que fora proposto quanto à apresentação das especificações técnicas dos sensores orbitais disponíveis no mercado. Foram aqueles os considerados, por serem os mais difundidos entre os usuários em geral. Não se chegou a elaborar demasiadamente este capítulo, pois o intuito desta compilação submetia-se ao método. As informações nele obtidas vêm a servir de insumo para a construção da tabela constante da planilha de especificação dos sensores, conforme se pode observar no capítulo 6 Materiais e Método.

Na filosofia grega, paradigma era considerado a fluência de um pensamento, pois através de vários pensamentos do mesmo assunto é que se concluiu a idéia, seja ela intelectual ou material. Partindo-se deste princípio, visou-se no desenvolvimento da tese a consolidação os paradigmas de gestão ambiental quando associados ao sensoriamento remoto, através da definição de um critério de relacionamento entre os aspectos ambientais e os sensores

O método foi desenvolvido, aplicado e validado, conforme inicialmente proposto, conforme observou-se, principalmente nos capítulos 6 e 7 desta compilação.

8.2 QUANTO AO DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

Conforme explicitado anteriormente, a motivação para o desenvolvimento de um método que pudesse vir a determinar quais os produtos de sensores que se aplicariam para os mais variados aspectos de gestão ambiental, parte da necessidade dos futuros usuários. Entretanto, nem sempre quem solicita e obtém os produtos e, às vezes nem mesmo o usuário final, têm consciência de quais os sensores que poderiam atender a um determinado fim, limitando assim suas possibilidades de obter um produto que lhe satisfaça, ou pior ainda, comprar um produto muito aquém de suas necessidades. No

caso de comprar um produto além das necessidades, o problema não é tão grave quanto à aquisição de um produto que não as atenda.

Foi realizada uma pesquisa junto às empresas que disponibilizam os produtos oriundos de sensoriamento e para a escolha dos sensores, são disponibilizados catálogos, tabelas comparativas, prospectos a fim de atender a esta necessidade do usuário. Nos anais de congressos e no meio acadêmico em geral, encontrou-se uma série de livros, artigos e trabalhos sobre o tema relacionando alguns sensores entre si, entretanto todos visam os técnicos com conhecimento específico na área, e não ao usuário de um sub-produto de sensoriamento remoto.

Nos mais recentes estudos que envolvem a gestão ambiental, os chamados paradigmas (área, escala e tempo), se apresentam como essenciais para o desenvolvimento de qualquer projeto. Desta forma, é válido o desenvolvimento deste tipo de trabalho como uma iniciativa de um processo de formação e consolidação de uma metodologia que possa vir a ser aprofundada, implementada, validada e disseminada principalmente quando considerada a necessidade da disponibilização de uma ferramenta simples que possa vir a atender as necessidades do usuário de sensoriamento remoto, possibilitando até explorar sempre mais todo o potencial de cada produto visando, um aquecimento no mercado de disponibilização de imagens e posteriormente a disseminação dos sub-produtos de sensoriamento remoto, primeiramente quando da utilização para gestão ambiental e posteriormente para outras áreas do saber.

8.3 QUANTO À IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO

O método desenvolvido nesta tese foi baseado primeiramente na estruturação da tabela de entrada de dados a fim de que esta tabela possa ser inserida na pasta de trabalho das planilhas, sendo aquela a definida como planilha de entrada de dados. Esta planilha, conforme explicitado, deve fornecer os dados e as variáveis necessários para que sirvam de variáveis de entrada na teoria da árvore de decisão, apresentado em tabelas construídas a partir de planilha eletrônica geradas pelas funções lógicas “se-então” e “e”. Desta forma, pode-se observar que é nesta estrutura que se define o método. Conforme afirmado no item anterior este método pode ser considerado como uma iniciativa de um processo de formação e consolidação de uma metodologia que possa vir a ser implementada de acordo com as necessidades dos usuários finais.

Um exemplo de como este método pode vir a ser interpretado, consiste em redefinir a planilha de entrada de dados. Para o método, conforme aqui desenvolvido, foi

considerado o comportamento espectral dos alvos. Foram previamente determinados os intervalos de reflectância relevantes para a identificação destes aspectos de gestão ambiental. Uma maneira de implementar o método seria ao invés de inserir como dado de entrada este intervalo, inserir a função que determina a curva do comportamento espectral de cada alvo. Uma vez realizada esta implementação, tornar-se-á necessária uma nova implementação no método que consistirá na redefinição da árvore de decisão do alvo. A condição que considera a função que determina a curva do comportamento espectral de cada alvo passará a fazer parte desta nova árvore e não mais o intervalo determinado nesta tese.

Outra implementação possível consiste em ao invés de estruturar este método com planilhas eletrônicas, estrutura-lo através de programação. Esta tarefa passa a ser considerada a partir da reestruturação do método em forma de algoritmo.

Cabe ainda salientar a constante necessidade de implementação das planilhas ou das tabelas no que concerne o surgimento de novos sensores. Esta é a mais fácil das implementações, pois consiste apenas na inserção das especificações referentes a estes novos sensores que surgem no mercado. Se a implementação anterior já estiver desenvolvida, basta criar uma rotina para inserção de novos dados na tabela de entrada de dados.

Estes são apenas alguns exemplos das implementações possíveis neste método. Espera-se que o desenvolvimento desta tese estimule a comunidade a consolidar esta ou outra metodologia que apresente as soluções ao usuário conforme este objeto de tese se propôs.

8.4 QUANTO À VALIDAÇÃO DO MÉTODO

Quando se considera sistema de qualidade, a etapa de validação de processo ou de um método é o mecanismo ou a atividade usada pelo seu desenvolvedor para assegurar que um processo ou um método onde o resultado ou produto final não é totalmente verificável seja capaz de fornecer de forma constante produtos que atendam às necessidades a que se propõe. Desta forma, toda vez que se desenvolve um método, espera-se que o idealizador do mesmo realize esta etapa a fim de apresentar um produto eficiente aos seus usuários.

Entretanto, quando tratamos de desenvolvimento de métodos científicos, ou neste caso, da geração de um método proveniente de agregar e adaptar teorias e metodologias consolidadas pretendemos que este método seja adequado para todas as necessidades

oriundas da problemática e dos objetivos a que se propõe. No intuito de atender a esta pretensão, no desenvolvimento desta tese, realizou-se a etapa de validação do método. Nesta etapa, teve-se por objetivo, realizar o processamento digital das imagens oriundas de dois dos sensores previamente especificados no capítulo 3, a fim de confirmar ou desacreditar o método desenvolvido.

A escolha (apenas) destes dois sensores deu-se a partir de alguns fatores os quais deve-se salientar: disponibilidade de produtos de uma mesma área e tempo para o processamento digital das imagens e desenvolvimento da tese.

No caso deste método, como pode-se observar no item 6.2.8 ambos os resultados obtidos, confirmaram o resultado anteriormente obtido a partir das planilhas geradas no item 6.2.6 da aplicação do método e evidenciados no item 6.2.7. Entretanto, esta amostra não chega a ser estatisticamente representativa a ponto de confirmar esta validação do método como incontestável.

A situação ideal para confirmar os resultados obtidos na validação do método, seria submeter nas mesmas condições (mesmo alvo, na mesma área, partindo-se das mesmas necessidades as quais foram submetidas estes dois produtos) produtos oriundos de todos os sensores discriminados anteriormente. Mesmo assim, neste caso ainda estar-se-ia tratando de uma validação incompleta. Deveria-se portanto, submeter o método variando as condições pressupostas (mesmo alvo, na mesma área, partindo-se das mesmas necessidades as quais foram submetidas estes dois produtos).

Porém, esgotar todas as possibilidades no que concerne área, escala, tempo e comportamento de todos os alvos possíveis é um dos motivos pelos quais se propôs o método. Os arranjos aos quais podem se agrupar as variáveis dos dados de entrada pode vir a ser infinitos. Poderia-se, sim, utilizar-se de algumas combinações (as mais utilizadas) entre estas variáveis a fim de determinar um universo para que a partir deste conjunto universo possa-se estatisticamente determinar um tamanho de amostra expressiva o suficiente para efetivamente validar o método.

9 BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING (2004). **Manual of Photogrammetry**. Bethesda, ASPRS, 5 th Edition. 1000 p.

BAHR, H. P.(1991). Sistemas actuales y futuros para adquisicion de datos em teledeteccion y fotogrametria. In:**Procesamiento digital de imágenes**. Eschborn. Deutsche Gesellschaft für Yechnische Zusammenarbeit (GTZ), Trad. de Anita E. Schewender., p. 259-313.

BÄHR, H.P., **Aplicaciones en Fotogrametría de Imágenes**, GTZ, 1991.

BELTRAME, A. da V. (1994). **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas : modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 112p.

BIAS, E. S. **Vantagens e limitações das imagens de alta resolução como suporte ao planejamento urbano: o exemplo de Sobradinho – Distrito Federal**. 2003. 280 f.. Tese (Doutorado em Análise da Informação espacial), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BITTENCOURT, L. & LOCH, C. **O Uso das Séries Históricas de Fotografias Aéreas para Monitoramento Físico-Espacial de Propriedades Rurais Visando a Avaliação da Legalidade das Posses**. In: COBRAC (CD-ROM), Florianópolis, 1998.

BLACHUT, T. J., CHRZANOWSKI, A. SASTAMOINEN, J. H.; **Urban Surveying and mapping**, New York, Springer – Verlag. 1979, pg. 372.

BRESAN, D.(1996). Gestão racional da natureza. São Paulo, Editora Hicitec, 111p.

BREUNIG, M.(1996). **Integration of spatial information systems**. London : Springer, 171p.

BREW, A. N. Aerial photography. In : **Manual of photogrammetry**. 4th ed. Falls Church: American Society of Photogrammetry, 1980. p.279-303.

BROWN, L. (2003). **Building an Economy for the Earth**. in: Earth Policy Institut, extraído da pagina.

CAMPBELL, J. B. **Introduction to Remote Sensing**. 4. ed. New York: The Guilford Press, 2002. 654p.

CENTENO, J.S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais**. Departamento de Geomática. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2003.

CHAVES, P. S. J. & BOWEL, J. A. **Comparison of the spectral information content. Of Landsat thematic mapper.** Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 1988.

CHRISTOFOLETTI, A.(1989). Concepções geográficas na análise do sistema ambiental. In: 2º ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE MEIO AMBIENTE. Florianópolis, **Anais...**v.3. Florianópolis : UFSC, Curso de Pós-Graduação em Geografia, 1989. p.206-218.

CHUVIECO, E. **Fundamentos de teledetección espacial.** Madrid: Rialp. 1990.

CLEMENTE, A. C. & JURCHEM, P. A.(1993).Valoração econômica do Meio ambiente. In: **Manual de avaliação de impactos ambientais.** 2ª ed. Curitiba : IAP, DGTZ,

CORREA, A. C.; ADHITYAWARMA, J. **Imprevius surface mapping related to spacial resolution of remote sensing data.** In: **Integrated Remote Sensing at the Global, Regional and Local Scale.** ISPRS Comission I. Symposium in conjunction with Pecora Land Satellite Information. IV, Conference, 10-15 November. Denver, CO, USA. 2002.

COSTA, A. M.; et. al., **Contribuições do Cadastro Técnico Multifinalitário para a Gestão Municipal.** In. Planejamento, gestão e legislação territorial urbana: uma abordagem sustentável / organizadores: Pedro Carlos Schenini, Daniel Trento, do Nascimento, Edson Telê Campos. – Florianópolis: FEPESE, Papa-Livro, 2006, 162p.

CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto.** 3. ed. Campinas: Unicamp, 1992. 170p.

Digital Globe. **Quickbird Product Guide.** Maio, 2006, Revision 4.7.1

DOWMAN, I. J._**Fundamentals of Digital Photogrammetry.** IN: K. B. Atkinson (Edit.). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. P. 52-77. 1996.

DRURY S.A.(1990). **A Guide to remote Sensing: interpreting images of the Earth.** Oxford: Oxford University press. 199p.

EMBRAPA. **Satélites de Monitoramento.** Disponível em: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite.html>. Acesso: 01 de maio de 2006.

ENVI, **Guia em Português do ENVI.** Disponível em: http://200.175.93.14/site/guia_envi/index.htm. Acesso em: 30 de março 2006.

European Space Agency. (1997).Environmentally Sensitive areas schene. In: **Landscape Monitoring in the Clun ESA 19881995.** artigo PDF

FERREIRA, A. B. H. **Aurélio Século XXI:** O Dicionário da Língua Portuguesa. 3. ed., Ed. Positivo, 2004.

FIGUEIREDO, L. F. **Sistema de Apoio Multicritérios para Aperfeiçoamento de Mapas de Sensibilidade Ambiental ao Derrame de Petróleo em Região Costeira do Estado de Santa Catarina** – Tese de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2000

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 97p. 2002.

FREIRE, M. L. F. e BASTOS E. J. B. 2 (1998) - **Simulation of spectral planetary reflectance of targets** - Rev. Bras. Geof. v.16 n.2-3 São Paulo jul./nov.

GODARD, O.(1997). A gestão integrada dos recursos naturais e do meio ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação. In: FREIRE, P. WEBER, J. Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento; Trad. Anne S. de P. Vieira e Christilla de Lassus. São Paulo : Cortêz. p. 201-266.

GUHATHAKURTA, S. (2003). **Integrated Land Use and Environmental Models**. Heidelberg, Springer Verlag, 271 p.

IBGE. **Introdução ao processamento digital de imagens**. Primeira Divisão de Geociências do Nordeste, Rio de Janeiro: IBGE, 92p. 2001.

Instituto Geográfico Portugues - IGEO (2003). [Sistema de Gestão da Informação Cadastral](http://www.igeo.pt/), <http://www.igeo.pt/>, extraído da pagina no dia 24/07/03

IPOLLITI-RAMILO, G. A. **Imagens TM/Landsat-5 da época de pré-plantio para a previsão da área de culturas de verão**. São José dos Campos. 183 p.. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1999.

ISHIKAWA, M. I. **Potencialidades de uso de imagens IKONOS/GEO para aplicações em Áreas Urbanas**. 2001. 82 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas), Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

JACOBSEN K., **Comparison of High Resolution Mapping from Space**. In: INCA, 2002, Ahmedabad, India.

JACOBSEN, K. **Geometric Potential of IKONOS- and QuickBird-Images**. In: D. Fritsch (Ed.) Photogrammetric Weeks '03, pp 101-110, Wichmann Verlag ISBN 3-87907-397-X und GIS Geo-Informationen-Systeme, 9/2003, 33–39

JACOBSEN, K. **Geometry of satellite images – calibration and mathematical models**. In: Korean Society of Remote Sensing (Hrsg.): ISPRS international conference. Jeju, 2005, 182-185.

JACOBSEN, K. **High Resolution Satellite Imaging Systems- Overview**. In: IntArchPhRS. Band XXXVI 1/W3. Hannover, 2005, 9 S.

JACOBSEN, K. **Orthoimages and DEMs by QuickBird and IKONOS**. In: EARSeL Ghent 2003, Remote Sensing in Transition, Millpress, ISBN 90-77017-71-2, 513 – 525

JACOBSEN, K.: **Calibration of Imaging Satellite Sensors**. in: IntArchPhRS. Band XXXVI 1/ W41. Ankara, 2006, 7 S.

JUCHEM, P. A.(1993).A questão ambiental. In: **Manual de avaliação de impactos ambientais**. 2ª ed. Curitiba : IAP, DGTZ.

KARNAUKHOVA, E. **A intensidade de transformação antrópica da paisagem como um indicador para a análise e a gestão ambiental (Ensaio metodológico na área da Bacia Hidrográfica do Rio Fiorita, Município de Siderópolis, SC)**. Florianópolis, SC, 2000, 222p. – Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFSC.

KELM, D. F. **Estruturação de um cadastro técnico histórico para análise física e ambiental de áreas de mineração de carvão**. Florianópolis, 1999. 232 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

KRAMER, H. J. **Observation of Earth and its environment: survey of missions and sensors**. 3ª ed. Berlin: Springer-Verlag. 1996. 960p.

KRAMER, H. J.; **Observation of the Earth and Its Enviroment- Survey of Missions and Sensors**; 3ªedição, Editora Spring, Berlin, 1996.

KUX, H. J. H, PINHEIRO, E. S. **Dados do satélite QUICKBIRD para o mapeamento do uso e cobertura da terra numa seção da Mata Atlântica no Estado do Rio Grande do Sul**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, Goiânia, 16-21 abril 2005, Anais, INPE, p. 4509-4516.

LANE, S.N.;RICHARDS,K.S. ; CHANDLER, J.H. (1998). Landform Monitoring, Modelling and Analipsis. Chichester, John Wiley & Sons, 454 p.

LANNA, A. E. (1994). **Instrumentos de Gestão ambiental: métodos de gerenciamento do bacias hidrográficas**. Brasília: IBAMA.

LIBERAL, C. G., JUCHEM, P. A. & DILGER, R.(1993). Integração do planejamento, ordenamento territorial e avaliação de impactos ambientais. In: **Manual de avaliação de impactos ambientais**. 2ª ed. Curitiba : IAP, DGTZ.

LILLESAND, T.; KIEFER, R.W. **Remote Sensing and Image Interpretation**, 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 750p. 1994.

LIU, W.T.H. (2007) **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Editora UNIDERP. Campo Grande.881p.

LOCH, C & LAPOLLI, E. M. **Elementos básicos da Fotogrametria e sua utilização prática**. UFSC, Florianópolis, 1994, 104 p.

LOCH, C. & KIRCHNER, F. F. **Sensoriamento remoto aplicado ao planejamento regional**. UFPR, Curitiba, 1989.

LOCH, C. (1988). **Monitoramento global e integrado de propriedades rurais a nível municipal, utilizando-se técnicas de sensoriamento remoto**. Curitiba, Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, UFPR, 142 p.

LOCH, C. **A interpretação de Imagens Aéreas**. Florianópolis : ed. UFSC, 1993, p. 61-67.

LOCH, C. **Cadastro Técnico Multifinalitário como Base à Organização Espacial do Uso da Terra em Nível de Propriedade Rural**. Florianópolis, 1993. Tese, Professor Titular - UFSC.

LOCH, C.; ERBA D. G., **Cadastro Técnico Multifinalitário: rural e urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Police, 2007, 142p.

LOCH, R.E.N.(2000). **Estruturação de dados geográficos para a gestão de áreas degradadas pela mineração**. Curitiba,Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, UFPR, 202 p.

MACEDO, R. K. (1994). **Gestão ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas**. Rio de janeiro: ABES, 266p.

MILANO, M. S. & RIZI, N. E. & KANIAK, V. C.(1986). **Princípios básicos de manejo e administração de áreas silvestres**. Curitiba: ITCF, Dep. de Recursos Naturais Renováveis, 45p.

MILANO, M. S.(1997). Unidades de conservação : conceitos básicos e princípios gerais de planejamento, manejo e administração. In : **Universidade Livre de Meio Ambiente e Fundação “O Boticário de Proteção à Natureza”**, Curso - Manejo de áreas naturais protegidas. Curitiba, p.01-60.

MOREIRA, M. **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2001. 241p.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3. ed.: UFV, 2005, 320p.

NOVO, E. M. L. DE M. **Sensoriamento Remoto; Princípios e Aplicações**. 2a ed., Ed. Edgard

Blucher Ltda., São Paulo, 1992.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto; Princípios e Aplicações**. Ed. Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 308p. 1992.

PEREIRA JÚNIOR, A. **Métodos de geoprocessamento na avaliação da susceptibilidade do Cerrado ao fogo**. 2002. 112f. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Concentração Ecologia e Recursos Naturais) – Pós graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

MACEACHREN, A. M. & TAYLOR. D. R. F. **Visualization in modern cartography**. New York : Elsevier Science, p.27-43.

PINHEIRO, E.S. **Avaliação de imagens QUICKBIRD na análise geográfica de um setor da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul**. 2003. 165 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

RADARSAT INTERNATIONAL(1994). **Canada's Earth Observation Satellite**. (folder)

REIS, M. S.(1996). Manejo sustentado como forma de conservação genética. In : 3ª

RICHARDS, J.; JIA, X. **Remote sensing digital image analysis: Introduction**. 4. ed. Berlin: Springer, 2006. 439p

SANTOS, R.F. (2004) **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática** Oficina de Textos - São Paulo 183p.

SCHUMACHER, D. H.(1995). **Metodologia de produção de mapas para o cadastro técnico multifinalitário a partir de câmeras de pequeno formato**. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

SEIFFERT, N. F.(1996). **Uma contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos ambientais em Microbacias hidrográficas**. Florianópolis, Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC, 253 p.

SERRA, P. R. M. (1995).Imagens de Satélite para o Geoprocessamento. **Fator GIS**, Curitiba. v.2 , n. 8, jan/fev/mar.

SHIBA, M. H., et all, **Classificação de imagens de sensoriamento remoto pela aprendizagem por árvore de decisão: uma avaliação de desempenho**, Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 4319-4326, 2005.

SIMONI, F. **Mapa Temático Aplicado à Análise Ambiental de Bacia Hidrográfica**. 2005, 113p, Dissertação de Mestrado - Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC,2005.

SOARES, V. P. **Sensoriamento remoto – ENF 610**. Viçosa, UFV, 2000. (Notas de aulas práticas).

TAO, V.; JACOBSEN, K.; JENSEN, J.; SOHN, G.: **Mapping from high-resolution satellite imagery**. In: PE&RS 72, 2006, v. 5, S. 529-530

TAVARES, E. M. P. & FAGUNDES, P. M.(1991). **Fotogrametria**. Rio de Janeiro,SBC, 376p.

TOPAN, H.; BÜYÜKSALIH, G.; JACOBSEN, K. **Information Contents of ORBVIEW-3 for Topographic Mapping**: In: IntArchPhRS. Band XXXVI-1/W41. Ankara, 2006, 6 S.

TOPAN, H.; BÜYÜKSALIH, G.; JACOBSEN, K.: **Information contents of High Resolution Satellite Images**. In: EARSeL 3D_Remote Sensing Workshop. Porto, 2005, 7 S.

WELCH, R. & EHLERS, M. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. 1987.

WOOD, C. H. & KELLER, C. P.(1996). Design: Its place in cartography. In : _____. **Cartographic design: theoretical and practical perspectives**. Chichester, Englant: Jonh Wiley & Sons, p. 1-10.

WOOD. M. (1994). **Visualization in historical contex**. In: MACEACHREN, A. M. & TAYLOR. D. R. F. **Visualization in modern cartography**. New York : Elsevier Science, p.13-26.

YOSHINAGA, S. & PIRES NETO, A. G. (1993). **Os estudos do meio físico como subsídio ao planejamento e a análise ambiental**. In: 4º ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE MEIO AMBIENTE. Cuiabá, 993. Anais... Cuiabá : ICHS, UFMT, Dep. de Geografia, p.403-413.